AMBROGIO FUSINIERI E L'UNITÀ DELLE FORZE FISICHE PRELEZIONE AL...

Enrico Dal Pozzo di Mombello

AMBROGIO FUSINIERI

E

L'UNITÀ DELLE FORZE FISICHE

—

III

AMBROGIO FUSINIERI

E

L'UNITÀ DELLE FORZE FISICHE

PRELEZIONE
AL CORSO DI FISICA SPERIMENTALE
NELLA LIBERA UNIVERSITÀ
DI PERUGIA

per

ENRICO DAL POZZO DI MOMBELLO

Detta il 15 Novembre 1866.

FOLIGNO, 1866.
STAB. TIP. DI P. SGARIGLIA

V

Signori,

A misura che la mano dell'uomo solleva il lembo che ci rende oscuri sì, ma non inaccessibili, gli arcani della natura, ci si fà sempre più manifesto alla mente che una legge universale governa l'Universo, così nel suo complesso come nelle sue parti, sicchè queste, benchè ordinate ad un fine e dotate di una vita speciale, concorrano al fine ed alla vita universale. La esistenza di ogni essere è preceduta dalla sua causa posta in un'altro essere, e non fa che compierlo così nell'ordine inorganico, come nell'organico.

Il seme dei vegetali porta in sè la possibilità della futura pianta, quella de'suoi rami, delle sue foglie, de'suoi frutti; l'uovo dell'insetto porta in sè la possibilità del verme e della crisalide; ed intanto dal seme procederanno foglie ad alimento del verme, e procederà da questo l'elemento al più lucente e morbido tessuto, di cui l'uomo ricopra la naturale nudità. Ogni parte

universale di sua natura, si trasforma e si individualizza in ognuno di essi.

La scienza naturale tende a dimostrare la verità di questo principio per quanto la riguarda; *l'unità delle forze fisiche*, la correlazione delle cause, la inseparabilità nel medesimo ente dei due concetti, forza e materia, furono e sono oggetto di studio e di profonde meditazioni dei naturalisti; e fra questi io non posso trattenermi di proclamare con entusiasmo in quest' Aula Accademica il nome di **Ambrogio Fusinieri** da Vicenza. Sì, il principio scientifico dell' unità delle forze fisiche dovrà portare in avvenire il nome di *principio fusinerano*, come quello della gravitazione appellasi *newtoniano*. Ed io credo di non poter meglio inaugurare il nuovo anno scolastico, che richiamando la vostra attenzione sopra questo sublime argomento.

A tal fine mi è uopo di accennarvi subito lo sviluppo che io intendo dare alla mia prelezione.

In prima credo non inutile cosa il definire il metodo che è proprio della scienza naturale, e l'utilità che per mezzo suo deriva alla società; poscia, definita la frase *unità di materia e di forza*, e dimostrato che da questa unità dipende il principio della correlazione delle forze fisiche, sarà determinata l'indole del principio fusinerano, e si vedrà agevolmente quanto essa valga a porre sopra stabile base scientifica l'unità delle forze fisiche nella spiegazione dei fenomeni naturali dedotta da un esatto metodo sperimentale con il mezzo di un severo criterio logico.

I.

In ogni studio è necessario seguire un metodo; il naturalista deve avere il metodo sperimentale, attenersi strettamente a quello trasmessoci dall' Accademia del Cimento con la divisa *provando e riprovando*. Questo metodo non è empirico, siccome può apparire alla prima; l'esperienza è preceduta dall'osservazione ed è giudicata dal criterio logico. » Chi studia la fisica, dice Matteucci, e si applica all'esame dei fenomeni naturali osserva dapprima, cioè misura i fenomeni e scopre le circostanze che li accompagnano, quelle che li precedono e gli effetti che li seguono; cotesto studio fatto con esattezza e pazienza ci conduce a scoprire le analogie e le leggi del fenomeno. »

Il naturalista non prosegue mai lo studio di un fenomeno, o meglio non si propone mai di seguire cotesto studio sino al suo primo ed ultimo termine. Egli non cerca le *cause prime*; imperocchè la scienza naturale, secondo l'osservazione di Grove, non ha limiti nel suo corso, e siccome è infinita ne' suoi progressi, così non darà mai risposta a questo terribile *ultimatum* **perchè?** Infatti ciò indurrebbe il naturalista in molti errori; » essendochè, dice De Tracy, i nostri errori derivano dalla nostra troppa precipi-

tazione a generalizzare e dal nostro ardore a ridurre tutto in principj. » E poi lo studio dei fenomeni, se vuolsi, è indipendente da quello della causa: per. es. noi parliamo delle molecole anche ignorando gli atomi e considerando l'attrazione come una vera forza; nondimeno sarà sempre vero che lo studio di questi fenomeni ci porta a riconoscere un moto reale, fisico nelle minime parti dei corpi.

Con ciò non voglio dire che il metodo sperimentale debba allontanare il naturalista dalla cognizione teleologica del fenomeno; imperocchè solamente per la somma di siffatte cognizioni si arriva all'universale. Ma quanto è arduo il lavoro! la scienza della natura è come il pendio, di cui parla la favola, e noi facciamo il lavoro di Sisifo; quando pensiamo di avere raggiunta la meta si deve ricominciare da capo. Giammai la scienza nostra ebbe più seguaci di oggidì; gli uni si contentano di ricevere con ammirazione le scoperte; altri più arditi non vogliono restare oziosi nella lotta che l'uomo ha intrapreso contro la natura, essi pure scendono nell'arena Ma fra questi ben pochi sono preparati alla tenzone; disotto agli uomini di genio, disotto a questa falange, a cui non manca che la fortuna per arrivare al primo grado, si vedono consumarsi molte intelligenze, belle invero, ma a cui una speciale vocazione ha fatto dimenticare che prima di camminare avanti agli altri bisogna sopraggiungerli, e che non si può trovare l'ignoto senza prima sapere quanto è noto di già.

Ora la teleologia della natura non è effetto immediato del metodo sperimentale, ma è frutto del pensiero scientifico; questo pensiero sortito dal mondo sensibile entra nella regione della pura immaginazione, laquale non si deve confondere con la fantasia; ma è un potere che permette alla mente di concepire delle realtà al di là dei sensi e di rappresentarsi delle immagini distinte di fenomeni, i quali, esistenti in un tutto immensamente grande, sono nelle parti così in-

dividualmente piccoli, che sfuggono all'osservazione. A proposito Is. Geoffroy Saint-Hilaire diceva con un senso profondo riguardo al metodo scientifico che « il primo bisogno della scienza è la certezza, da cui la necessità dell'osservazione. » Ma l'osservazione non ci darebbe che un'idea imperfetta dell'insieme; il raziocinio, il pensiero può contemplare questo ammirabile intreccio di legami e di armonie, con cui si uniscono così stupendamente fra di loro tutti i fenomeni dell'Universo.

Però generalmente si crede che sia puerile nello stato attuale delle nostre cognizioni di volere stabilire su basi certe, immutabili l'edifizio teorico della scienza moderna Mi sia permesso di protestare contro; non nego che la scienza moderna si ricca di fatti, feconda di applicazioni, possente civilizzatrice non sia tuttora in teoria che uno schema incoerente di sistemi contraddittori, ipotesi gratuite, forze occulte, fenomeni incompresi e male legati insieme; quindi pochi eletti possono penetrarvi. Ma l'avvenire è della scienza naturale come il presente è già suo in gran parte, ed affinchè ciò sia, si abbia cioè una scienza veramente universale e quindi popolare, non bisogna tardare a darle unità, armonia e semplicità. » La scienza, dice Moleschott, procura un piacere più sublime e nobile quando ci svela i rapporti intimi delle cose, le leggi armoniche dell'Universo e ci mostra nella natura una intelligenza, che non quando tira da queste leggi le conseguenze ed i fatti utili a noi. » Ed in vero: mi piace più Franklin, quando egli usciva dubbioso e pauroso di essere beffato dalla plebe, facendo portare sul dorso del giovinetto suo figlio il suo cervo-volante a guisa di fanciullesco trastullo; voglio dire che piacemi più Franklin, quando usciva da Filadelfia per andare a sciogliere il problema, se l'elettricità delle nubi fosse identica a quella dell'ambra strofinata, che non quando vi ritornava inventore del parafulmine.

In ogni lavoro intellettuale si ama più di recare

l'idea altrui che la propria, è infiggardaggine? no; perchè un'infinità d'idee, e perciò anche le altrui, passano nella mente di colui che pensa assai; e quando avviene che si trova espressa da altri una propria idea, questa si accetta e si contempla quale verità; imperocchè la verità apparsa a due intelletti è l'esistente. Ma insino a che la verità non è propugnata che da una sola mente, oh allora la sua luce, per quanto sia fulgida, non vale a dissipare le tenebre della ignoranza. Guardiamo la sorte toccata al nostro sommo Galilei; nell'oscillazione del pendolo e nella legge della caduta dei gravi egli trovava la verità della gravitazione; ma questa non fu ammessa, se non quando similmente fu contemplata da Keplero, Copernico e Newton. Una verità naturale enunciata per la prima volta è un'eresia, e le eresie naturali sono punite assai più severamente che le politiche e le religiose. Anassagora fu accusato di empietà ed espulso da Atene, perchè voleva che il sole e le stelle fossero considerati quali sistemi corporei. Nè sono più tolleranti coloro, che oggidì si fanno giudici delle eresie scientifiche!

Eppure bisogna cercare la verità e difenderla anche da soli: la mente umana innanzi alla verità sente per essa un'attrazione violenta, invincibile, simile a quella che alcuni esseri sentono nella solitudine in presenza del vuoto, dell'abisso, in cui essi alla fine si slanciano. Voltaire ha detto, « la verité a des droits imperscriptibles; comme il est toujours temps de la découvrir, il n'est jamais hors de la saison de la défendre, » e Schopenhauer ha pure detto, « la verità non è una cortigiana che si getta nelle braccia di coloro che non la cercano; al contrario è una beltà sì fiera, che anche colui, il quale le sacrifica tutto, non può essere sicuro de'suoi favori. » Sì, ben spesso la verità è dannosa, arreca il martirio ed il dispreszo; imperocchè il vero non può essere ascoltato e discusso quando si manifesta alla folla come inverosimile,

ed allora si avvera sempre la sentenza dell'Alighieri, INFERNO XVI.

> Sempre a quel ver ch'ha faccia di menzogna
> De' l'uom chiuder le labbra quant'ei puote,
> Però che senza colpa fa vergogna,
> Ma qui tacer noi posso.

Quest'ultimo verso indica il destino di ogni scopritore della verità, più essa è eminente e più si confonde coll'inverosimile, più è una nube feconda di procella, che colpisce coloro che ardiscono di guardarla, che vi si vogliono tuffare dentro, che con mano palpitante ne interrogano i misteri; essa scarica la sua folgore su questi nuovi Franklin, che le feriscono il seno con le loro volanti testuggini. Ma appunto pari alla grandezza del pericolo è l'animosità di cotesti paladini; imperocchè la verità è vittoria, come ben cantava il poeta greco ἀλεθεία νίκη. Sì, la verità è alfine vittoria; ma la vittoria suppone i combattenti e nella pugna i più generosi cadono per i primi sempre, e soli ben spesso!

L'uomo che si occupa del progresso delle cognizioni naturali rifiuta assolutamente di riconoscere un'autorità, in quanto essa non è che un'autorità. Per esso il scetticismo è il più sacro dei doveri, e la fede cieca è un delitto senza scusa. Ma però quei dotti che rigettano i nuovi fatti, anche meravigliosi, solo perchè inverosimili, senza pure provarli, questi sono dogmatici. Matteucci scrive che « ben spesso l'inventore è obbligato di passare tutta la sua vita a difendere e stabilire la sua scoperta: perciò non è mai o quasi mai esso che la sviluppa e l'applica. »

È cosa importante di trovare la ragione di queste difficoltà, di questi pericoli. Io ne dirò una che mi sembra abbastanza notevole; essa mi è suggerita da Virchow, ed è che ognuno è dogmatico quando attende a cosa che non sia lo speciale suo studio; « un fisico, un chimico ragiona affatto meccanicamente, finchè è nel suo dominio; ma se parla fisiologia, esso

ragiona di subito dogmaticamente, *alla romana* ». Un'altra causa, che si potrebbe dire parallela a questa, ma che ne è il termine antecedente, è data dalla seguente riflessione.

A lato alla natura avvi il sopranaturale: questi due ordini formarono sempre il tipo architettonico dell'edifizio sociale: dunque a lato dei misteri naturali vi sono i misteri sopranaturali, e perciò vi saranno principj e verità in ambedue. Che che sia, l'uomo deve investigarli, conoscerli: esso comincierà sino da bambino: ma con quali mezzi? esso ne ha due, l'istinto e l'intelligenza: però queste due facoltà mentali hanno diversa attività; in quell'età tenera l'istinto è già grande, forte, robusto, e l'intelligenza è soltanto in seme, virtuale. Ora l'istinto, per mezzo dell'imaginazione, che, sebbene intellettiva, è così stretta all'istinto da esserne il suo frutto, è un mezzo adatto allo sviluppo del sopranaturale in noi, mentre che il naturale richiede sola e tutta l'intelligenza. Quindi niuna meraviglia che il sopranaturale domini in tutte quelle menti, ove l'istinto è più sviluppato che l'intelligenza; domini perciò nella fanciullezza dell'uomo più che nella sua virilità, e ritorni nella vecchiaja, domini nelle moltitudini ignoranti più che nelle assemblee dei dotti, nelle donne più che negli uomini. Però vi è sempre in tutti un poco del sopranaturale, poichè in tutti vi è l'istinto e l'imaginazione: infatti esaminate un uomo, una donna qualunque, e trovate che tutti essi hanno un sistema metafisico, siano stati o no alla scuola, passino i loro giorni faticando nelle glebe od oziando nei ridotti: ma non trovate mai alcuno, il quale abbia un sistema fisico senza di averlo appreso nello studio della scienza naturale. Così essendo, non si potrebbe dedurre da ciò che quanto dicesi sopranaturale sia invece artificiale? pur troppo la cosa artificiale si insinua più che la naturale, poichè si segue più l'apparenza che la verità.

E ciò mi sembra si dimostri ancora più vero, quan-

do l'ordine naturale ed il sopranaturale, la fisica e la metafisica formano l'obbietto di studi severi e diuturni; anche qui il sopranaturale la vince sul suo rivale e lo soprafà per il numero dei cortigiani: giacchè la via del naturalista, osservatore e sperimentatore, è lunga, scabrosa; quella del metafisico facile e dolce. Ma avvertasi che se il primo arriva in fine a godere il talamo verginale di Vesta, l'altro non stringe che la nube d'Issione. Ma si dirà: i metafisici sempre, sino dall'antichità, studiarono pur essi la natura: sia vero; però con quali mezzi? io dimando. Che fecero appunto nell'antichità i Ginnasi pel progresso degli studi naturali? nulla: perocchè allora avvenne come ora avviene, cioè i fisici studiano la natura osservandola, i metafisici vogliono spiegarla chiudendo gli occhi.

Per es. è vero che noi non sappiamo *assolutamente* perchè il ferro diventi magnetico, sebbene conosciamo tutte le circostanze da porsi perchè lo divenga: ma lo sanno forse i metafisici? noi sappiamo che è un fatto, conosciamo le condizioni e le circostanze, con cui avviene il fenomeno, possiamo eccitarle o distruggerle senza alterare in nulla o modificare le qualità del ferro: quindi a ragione dice Moleschott " deridiamo chi dice che il magnetismo è una forza aggiunta sopranaturalmente al ferro ". Inoltre per qual ragione dopo Talete l'elettricità non fece più alcun progresso, e perciò la civiltà fu arrestata sino al nostro secolo? Si fu perchè dopo Talete ed Archimede la filosofia speculativa prese il sopralto, " ed i suoi cultori, osserva Riche, consideravano ogni ricerca sulla materia ed i suoi fenomeni come indegna dello spirito umano, e quindi mancavano di un metodo sperimentale; tale fu l'opinare di Platone e di Seneca per esempio ".

E qui importa ben distinguere filosofo da metafisico. Imperocchè già ho ricordato che la scienza della natura sta veramente nell'accordo dell'osservazione

sperimentale e del criterio logico; l'esperienza di per sè non è ancora scienza, ma essa rende possibile lo stabilimento dei principj, delle leggi. Ciò facendo, di certo che il naturalista è filosofo, e l'esperienza fornisce alla filosofia, che si appoggia sopra lei nelle sue investigazioni, delle massime conduttrici, le quali non sono già tolte come quelle della metafisica idealistica dal dominio della fede o dell'ignoranza, ma da quello della scienza. Affine di spiegare meglio il mio pensiero ecco quanto in proposito scrive Buchner:

« Tutto bene ponderato si arriva alla conseguenza, strana in verità, che la filosofia idealista presenta, propriamente parlando, un carattere assai meno speculativo che la filosofia sperimentale; poichè essa non esamina e non ricerca da per tutto, siccome fa quest'ultima, l'incatenamento intrinseco, positivo delle cose, ma scarta con leggerezza e superficialità una quantità di difficoltà importanti per mezzo di una serie di proposizioni generali, la cui esattezza non è provata o non può esser provata. Ossia con altre parole. Considerando una quantità di fatti sperimentali semplicemente come inesplicabili in loro stessi, e deducendo le cause sopranaturali stabilite affatto arbitrariamente ed anche del tutto ignote in loro stesse, la filosofia idealista si risparmia in ultimo senza altro la pena di esaminare con cura la cosa stessa e penetrare nel fondo di essa. Infatti, mentre che la filosofia sperimentale non teme di penetrare nel fondo delle cose e non si contenta di quelle supposizioni generali che non sono dedotte dall'esperienza, ma si sforza o di legare con le leggi conosciute i fenomeni che la riguardano o di scoprirne di nuove, la filosofia idealista crede avere fatto assai quando essa crea, per spiegare relazioni ignote, una parola o un'idea che del resto nulla spiegano, avendo esse stesse bisogno di una spiegazione, e non contengono in realtà che una perifrase o un orpello per nasconder la loro ignoranza. Si è fra queste parole che ab-

bisogna per es. classare l'istinto, la forza vitale, l'assoluto... L'oscuro non diviene più chiaro, ma ancora più si fa oscuro mediante siffatte espressioni; poichè esse conducono le menti superficiali a credere l'esistenza di una spiegazione in casi, in cui la spiegazione null'affatto esiste, e così si tranquillizzano riguardo ai problemi i più difficili a studiare per mezzo di una circonlocuzione; mentre che la filosofia sperimentale non caccia via questi problemi dal suo cammino, ma procura di averne la soluzione, ovvero, quando questa non le sia possibile, li segna come tante lacune che restano ad empirsi nelle sue cognizioni. »

La scienza naturale ha bisogno di essere ajutata dalla libertà sociale; ma alla sua volta essa fa l'uomo libero e tale lo mantiene. La libertà sociale si sviluppa con la libertà intellettuale e morale. Invero sulla fine dello scorso secolo la libertà spiegò il suo immenso vessillo e sotto le ondeggianti variocolorate pieghe raccolse moltitudini schiave; infrante le catene che inceppavano le loro mani, oh esse le recarono tosto alla fronte e, fortemente percotendola, vi destarono l'intelligenza assonnata; in breve tempo la scienza naturale sviluppò, divenne gigante.

Avvi un facile paragone fra il medio-evo e l'epoca nostra. Già una volta in Italia i Comuni infransero le catene servili, ed allora fu il secolo di Galileo e di Leonardo da Vinci; ma con la caduta della libertà fiorentina fu soppressa l'Accademia del Cimento. Newton e Keplero studiarono sotto l'egida della libera Riforma. Insomma ove vi fu libertà sociale, ivi la scienza naturale si sviluppò, ed ove regnò la tirannide, ivi la scienza fu sopraffatta dalla Inquisizione. Impertanto si deve credere che gli uomini del nostro secolo abbiano più ingegno degli antichi, poichè la scienza progredisce cotanto oggidì? no davvero: la scintilla che illumina l'umanità, fu rapita all'intelligenza divina dall'antico Prometeo, ma ben spesso fece difetto la libertà.

Ho detto che, se la scienza non può vivere senza la libertà, essa però serve a difendere e conservare la libertà stessa. La scienza ha consacrato l'uomo a re della creazione materiale: non solo ma liberandolo da idee false che assediavano il suo spirito, dagli errori che disturbavano la sua ragione, dalle tenebre che velavano la luce della sua anima, essa ha veramente reso libero l'uomo. Si disse, è vero, essere dannoso lo spingere gli uomini verso la sommità della scienza; ma si potrebbe osservare che dapprima non tutti vi arriveranno, e poscia può essere dannosa la verità? è dannosa invero, ma per coloro che vivono della menzogna, che coltivano a loro benefizio la ignoranza delle moltitudini, a questi vampiri che leggermente solleticando, accreggiando assopiscono la vittima per disanguarla. Infatti la fiamma tremola del nostro focolare, i raggi rettilinei del sole, la linea spezzata del lampo che solcheggia le nubi, furono in ogni età e per tutti gli uomini soggetto di profonde meditazioni. I nostri padri, come noi, cercarono di conoscere questi fenomeni, ma immersi in una profonda ignoranza delle loro leggi sostituirono il racconto della favola ed il velo della superstizione alla discussione scientifica. Essendo l'uomo naturalmente condotto a riguardare come misterioso ciò che non può conoscere, il culto che in antico era reso al fuoco, al sole, ai fulmini di Giove non ci deve meravigliare, ma renderci sempre più apprezzato e caro il benefizio del progresso scientifico. Imperocchè nei tempi moderni la civiltà e la scienza col suo metodo analitico hanno detronizzato cotesti Dei che nei secoli remoti si supplicavano favorevoli o si scongiuravano nemici, ed il fuoco è in oggi divenuto il cavallo per i nostri viaggi, il sole il pittore delle nostre imagini, il fulmine il più veloce ed il più fido nostro messaggere.

Che se la grande influenza della scienza sperimentale esercitata sulla società è un sommo benefizio,

noi naturalisti, guardiani della verità e lavoranti con passione a scoprirla, dobbiamo sapere che non si debbono esagerare i nostri successi, essendo più ancora preoccupati dei molti progressi, che ci restano a fare, che di quelli già fatti. Quindi il più grande beneficio della preponderanza della scienza naturale e del suo studio oggidì consiste appunto nell'influenza, che il metodo sperimentale deve esercitare sull'educazione generale dello spirito umano. Un metodo così sicuro e possente nella ricerca delle verità naturali non può perdere queste qualità, quando si applicherà con prudenza anche al di là dei corpi e dell'organismo vivente, ed esso saprà di certo raggiungere, se non i limiti della nostra curiosità scientifica, quelli dei nostri mezzi intellettuali. La scienza è in cotal guisa strumento di educazione. « Le scienze naturali, dice Virchow, hanno il vantaggio di introdurre nelle scuole e più tardi nella vita e nello spirito umano nuove cognizioni, che non si possono trattare nelle forme dogmatiche: niuno infatti vorrà credere che una pianta abbia un dato fiore se non gli venga mostrato; non sarà più possibile di conservare quella trasmissione pura, tradizionale, dogmatica, quella ripetizione intelligente, quel circolo vizioso di cognizioni passate allo stato di dogma, se una sola scintilla di scienza naturale risplenda nelle scuole. I Greci sapeano che l'uomo è tutto intero nel fanciullo, e ben educare questo era per essi la prima delle cure. Ma invano coloro che dissero — chi possiede la scuola è padrone della generazione futura — cercano di frenare lo studio delle scienze; essi sono obbligati a confessare che cotesta maledetta scienza naturale penetra per non si sa qual foro, qual meato nella scuola..., tanto è vero che essa è il vero metodo proprio allo spirito umano ».

II.

Premesse queste generali considerazioni, passiamo ora a trattare il nostro argomento, ossia l'*unità delle forze fisiche*; ed affine di dimostrare che tutte queste forze sono esplicazioni diverse di un'*unica* forza, ci abbisogna anzi tutto di accennare l'esistenza di un'unica materia, di cui sia propria la sudetta forza. Infatti, chi mai separa la gravità dal corpo? così chi può separare la forza dalla materia? è impossibile di ammettere che in un oggetto indivisibile una data proprietà siasi sviluppata sotto l'influenza di un'altra. » Non vi sono, dice Moleschott, che le proprietà omogenee, che possano dividersi l'una dall'altra; ma la forza e la materia, lo spirito e l'uomo, il peso e l'universo sono stati e saranno insieme manifestazioni varie della stessa unità necessaria, manifestazioni correlative, uscite dal moto e generanti il moto ». Anche altri fisici viddero una sola forza nelle varie manifestazioni della materia, oppure dell'etere; così le attrazioni e le repulsioni elettriche aveano origine dall'azione di forze eguali e contrarie tendenti ad equilibrarsi.

Il problema adunque dell'unità di materia è un problema di filosofia sperimentale, di cui la storia naturale prepara i materiali della soluzione ed il criterio logico li adopra e li pone in assetto. Infatti perchè ammettere in chimica 67 corpi semplici ! è necessario per spiegare il mondo di ammettere che vi siano state 67 materie diverse per formare tutti i corpi della natura? di certo che no; dunque basta una sola materia. Ed ancora più: le parti della materia, che formano ciascuno di questi corpi, conservano le loro proprietà, nel modo stesso che le conservano questi corpi semplici, quando formano un composto sia inorganico che organico. Dunque, siccome non è vero che nei corpi composti gli elementi

non conservino quasi nulla delle loro antiche proprietà, così non è vero che sia necessario ideare una forma scolastica distinta dalla materia, e che, questa ultima pure avendo la *potenza* di ricevere tutte le forme, sia la forma ciò che differenzia ed individualizza quello che è *in atto*. La mia proposizione potrà parere strana e tendente ai principj dell'alchimia; nondimeno chimici illustri ne sono persuasi, Vauquelin per es. credeva alla possibilità della trasformazione dei corpi semplici l'uno nell'altro.

Ed infatti la massa cosmica che riempie lo spazio nell'universo, e di cui dirò in appresso, sarà un composto di più gas, ovvero un tutto semplice, omogeneo? il secondo caso è più generalmente ammesso. Ora questa omogeneità non può essere distrutta negli ulteriori fenomeni che per causa di fenomeni intrinseci; cioè i diversi corpi, di cui si compongono gli astri formati a spese di questa massa cosmica, sarebbero il risultato della condensazione di essa a vari gradi. Perciò la natura ha fatto così un lavoro di tali modificazioni, che si potrebbe pensare di riuscire noi stessi a rifarlo, ove, possedendo la materia ne si pongano le parti in analoghe condizioni attive. Ed altrimenti. Due diversi corpi non sono che lo stesso corpo in uno stato di diversa condensazione; la teoria atomistica ed elettro-induttiva di De la Rive è appoggiata a questo supposto. Ora non si potrebbero questi stati diversi cambiarsi in uno solo, cioè non si potrebbe porre la massa di ferro nello stesso stato di condensazione della massa di oro? un tale problema può avere una soluzione reale: giacchè l'assurdo dell'alchimia deriva non dall'unità della materia, ma dalla creazione dal nulla, essendo ben nota sentenza

ex nihilo nihil, in nihilum nil posse reverti.

Di certo noi non possiamo dividere l'atomo, sarebbe distruggerlo; ma possiamo modificare le mo-

lecole, separarle, disporle variamente all'infinito. Eccovi infatti due corpi; uno incoloro, odoroso, infiammabile a 60° solubile nel solfuro di carbonio, l'altro rosso, senza odore, infiammabile a 260° e non solubile nel solfuro di carbonio; in apparenza questi due corpi sono diversi, avendo essi proprietà così opposte. Eppure sono parti di un medesimo corpo, il fosforo, il quale riscaldato a circa 250° in una atmosfera di un gas inerte così si trasforma; oppure ciò si ottiene col metodo di Geissler mediante una corrente indotta dentro un tubo vuoto; e simili stati allotropici pure presentano altri corpi per es. il solfo, l'ossigeno .... Certi corpi composti degli stessi elementi non si rassomigliano, così l'essenza di terebintina, quella di cedro, la gutta percha... Questi fatti legittimano assai il principio dell'unità di materia.

Ma i lavori di Dumas sugli equivalenti le hanno già dato un grado di probabilità sufficiente per la scienza. La prima sua cura fu di determinare con il più perfetto rigore gli equivalenti dei corpi detti semplici, cioè il peso rispettivo delle particelle corporee, la cui combinazione è origine a tutti i corpi della natura; imperocchè gli elementi dei corpi non si combinano in qualsiasi quantità, ma in quantità definite per lo stesso corpo; la natura non vuole il caso, ma segue una legge. Determinati così gli equivalenti, Dumas cercò di scoprire la legge che li unisce e lega fra loro e trovò numeri « che sembrano aprire alla scienza naturale, per mezzo dei rapporti singolari che vi si trovano, nuovi e profondi orizzonti »; egli stesso così scrive. Quando si prenda per unità l'equivalente dell'idrogeno tutti questi numeri, meno due, sono rappresentati da numeri intieri. Ciò posto, è falso il dire col Prout che tutti gli equivalenti dei corpi semplici sono multipli intieri dell'idrogeno; ma invece riportando questi numeri all'equivalente di un corpo imaginario, che sia eguale alla metà di quello dell'idrogeno, o in altri termini,

raddoppiando tutti i numeri, l'equivalente del cloro 35,5 e quello del rame 31,5 divengono numeri interi, e si può dire con Dumas che gli equivalenti dei corpi semplici sono multipli intieri del semiequivalente dell'idrogeno; e siccome in volume l'idrogeno ha doppio volume dell'ossigeno, così, dividendo ancora per due, si ha che gli equivalenti sono multipli intieri del quartiequivalente sudetto.

Ora con un intuizione audace per taluni, ma che per me ed altri potrebbe ben essere una ispirazione del genio, Dumas si è dimandato perchè la scienza naturale non potrebbe considerare tutti i corpi siccome composti di un corpo unico, più leggero della quarta parte dell'idrogeno, differendo fra loro soltanto per la disposizione e la modificazione delle loro molecole?

Gli venne data la seguente risposta, — ove è questo corpo, chi lo ha visto, donde sorte? le forze le più grandi, che noi abbiamo a nostra disposizione, sono state adoprate per decomporre i corpi semplici e questi vi resistettero!

Ecco il linguaggio dei positivisti: essi scancellerebbero la scienza, se potessero. « Senza dubbio i corpi che resistono all'azione di tutte le forze conosciute debbono essere chiamati corpi semplici ed elementari nei trattati di chimica: ma è chiaro che questo nome, giustificato e necessario per le esperienze fatte sino ad oggi, non può legare l'avvenire, e significare una semplicità tale che non sia mai più possibile di ridurla per altri mezzi analitici imaginabili a dei componenti dotati di una semplicità ancora più grande ». In siffatta guisa rispose Dumas; ed invero chi non sa essere temerario di conchiudere da ciò che è ciò che sarà, di legare ed inceppare l'avvenire! imperocchè, esclama un arguto scrittore, l'avvenire, che ha di molto spirito, prepara sempre delle smentite per coloro che pretendono di rinchiuderlo nei limiti della loro stretta intelligenza.

Posta l'unità di materia, passiamo ora alla forza, cioè alla sua attività: ma qui non ripeterò quanto ho già detto altrove (*). Impertanto la materia ha un'attività che è il suo modo di essere, e la ragione che ne ho data è logica, dirò che è assiomatica; imperocchè se la materia è una sostanza, infallibilmente deve essere attiva. Ora si può determinare la natura di quest'attività? in ciò io forse mi posso essere sbagliato; ma lo sbaglio è solamente nel modo con cui essa attività si manifesta, non nella sua essenza, voglio dire nel modo e non nella causa. Il moto è un fenomeno universale nei corpi, perciò la materia deve muoversi; dunque la sua attività è quella del moto, per mezzo di cui si genera l'idea dello spazio; ed infatti tutti i corpi, ossia tutti i fenomeni della materia si compiono nello spazio. Perciò ho definito come il moto degli *atomi*, ovvero di ogni parte finita della materia, sia una vibrazione; essendochè questo moto è il più semplice che si possa immaginare corrispondente alla semplicità della materia, ed è quello solo che possa dare immediatamente origine alla forza di espansione spontanea scoperta dal Fusinieri, forza che si mostra sempre di tanto più energica quanto più il corpo è attenuato nella massa, ossia quanto più si avvicina a risolversi nelle parti finite della materia, ossia negli *atomi*.

Ora, che il moto sia o no un fenomeno universale dei corpi, che l'opinione, la quale riguarda gli imponderabili come semplici moti delle parti sensibili dei corpi, sia o non sia accettabile, egli è certo, osserverò qui con Grove, che tutte le teorie passate hanno considerato e tutte le teorie moderne considerano le azioni di questi imponderabili siccome un moto. « Egli è forse, perchè il moto, dimanda Grove, ci è così famigliare, che noi gli rapportiamo tut-

(*) Si vegga la *Dinamica molecolare secondo Fusinieri*.... parte prima, pag. IX. e seg.

te le altre modificazioni della materia? egli è forse perchè questo modo di parlare è più accessibile ed adatto a spiegarle? egli è forse, perchè in realtà il moto è il solo modo, secondo cui la nostra mente può concepire le azioni della materia? quello che è certo, si è che dall'epoca, in cui le idee mistiche di potenze spirituali o sopranaturali hanno cessato di essere invocate nella spiegazione dei fenomeni fisici, tutte le ipotesi imaginate per spiegare i medesimi hanno sempre avuto origine dall'idea fondamentale del moto ». Infatti ogni azione meccanica si risolve in un moto sia antecedente che conseguente; ogni azione di un'imponderabile è un moto sia nel sistema dell'emissione, sia in quello dell'ondulazione, sia nell'ipotesi di due o di un solo fluido elettrico o magnetico. In tutte queste ipotesi la materia ed il moto sono i soli concetti intellettuali che adopriamo. E se noi eccettuiamo i termini derivati dalle nostre proprie sensazioni, piacere, dolore...., le quali stesse sensazioni forse sono pure esse modi di moto nei filamenti nervosi, noi non possiamo trovare altre parole per descrivere i fenomeni in fuori di quelle significanti la materia ed il moto.

La causa del moto si chiama *forza*; ma l'attività della materia è di muoversi; dunque l'attività della materia è una forza. Ora che cosa intendiamo noi per forza? la parola *forza* è presa in imprestito da scienze, che non hanno mai avuto altri mezzi di determinare questo ente imaginario altro che quello delle modificazioni, che queste forze recano nei corpi. Cosicchè le due idee di corpo e di forza, siccome ho già accennato di sopra, sono così strettamente unite che in prima si accenna la modificazione prodotta e poi la forza produttrice: perchè una forza non si vede, nè si prende, nè si intende senza l'idea correlativa di uno stato qualsiasi nella materia. I metafisici ragionando sulle forze dei corpi hanno sembianza di conoscerle assai meglio dei naturalisti; ma questa lo-

ro pretenzione è una semplice inconseguenza così in fisica che in fisiologia; giacchè, non si può giudicare degli agenti che muovono le molecole, ossia delle loro proprietà, se non per mezzo della manifestazione dell'attività di queste stesse molecole; » la forza è un'astrazione della mente in presenza dei fenomeni sensibili », dice Hiffelsheim; e » l'idea, in noi generata nell'infanzia di un cavallo che tira il carro, ci ha fatto astrarre nel primo la forza e nel secondo la materia » dice sapientemente Moleschott. Ora quest'astrazione è di una data assai antica; ha appunto la sua origine dal primo fanciullo che osservò un carro tratto da un cavallo, e la forza così *astratta* fu poscia identificata colla divinità. Sentite quanto nella Roma imperiale insegnava il grande Galieno.

» Avvi uno spirito emanato da Dio, che riempie ogni parte dell'Universo, ed ovunque reca seco il moto e la vita. Dal miscuglio di questo spirito con la materia risultano i vari fenomeni, di cui l'Universo è il teatro. Gli astri infiniti che planano sul nostro capo, il sole che ci scalda ed illumina, la terra che ci regge, ognuno è impregnato di questo spirito. I vegetali e gli animali gli debbono la vita, da cui sono animati; vita infinitamente varia nelle sue manifestazioni, debole nell'embrione, rudimentaria negli esseri organizzati dal fango, del putridume; vita di più in più manifesta, energica, potente, a misura che si innalza nella serie animale insino a che infine essa si mostra in tutta la sua espansione e splendidezza nella specie umana. Là ancora essa offre dei gradi secondo lo sviluppo più o meno grande delle facoltà intellettuali, ed attinge la sua espressione più completa e più elevata quando l'intelligenza arriva ad essere quella di un Platone o di un Archimede. »

Concludiamo adunque che la parola *forza*, sebbene impiegata in diversi sensi dai diversi autori, può essere definita nella sua significazione naturale *ciò che produce il moto, o ciò che resiste al moto.*

III.

Nei corpi si ammettono due forze; ma se i corpi vengono da una sola sostanza non possono avere che una sola forza, che è l'attività della materia, ed è un'assurdo logico l'ammetterne due. Gli antichi stessi se n'erano accorti, e, separando la sostanza imponderabile dalla sostanza ponderabile, che chiamarono materia, avevano fatto provenire la forza repulsiva dalla sostanza imponderabile introdotta fra le molecole corporee, ritenendo però che l'attrazione fosse una forza propria dei corpi ponderabili. È notissimo che lo stesso Newton considerava la forza attrattiva soltanto come un nome e non come esprimente veramente un'azione della forza. Ora poi che i fluidi imponderabili sono scomparsi, e che l'etere stesso si considera siccome un corpo derivato dalla sostanza materiale, manca la ragione della repulsione: ma siccome essa esiste e di continuo si manifesta nei corpi, così ritorna in campo l'assurdo logico. Che fare perciò? Si vorrà essere meno logici degli antichi ed ammettere l'assurdo di due attività nello stesso ente? non è meglio invece di correggere gli stessi antichi, i quali erravano supponendo che l'attrazione fosse una forza propria della materia ponderabile, ed ammettere che la repulsione soltanto sia la vera forza molecolare? a tal fine noi non abbisogniamo che di seguire l'idea di Newton, che le molecole nella loro attrazione, ossia nel loro avvicinamento e collegamento, siano spinte dal di fuori anzichè mosse dal di dentro. Allora ecco che la forza repulsiva è causa di quel fenomeno che noi chiamiamo attrazione, e che io credo avere altrove dimostrato potersi meglio considerare siccome un equilibrio. (*)

Osserviamo ancora che la materia fu chiamata i-

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. XVII. e seg.

nerte, poichè l'attrazione, dopo di avere agito, affetta il riposo; e quindi ogni moto molecolare venne derivato dall'attività dell'imponderabile raccolto nel corpo.

Ma oltre all'assurdo logico, di cui ho detto, avvi somma difficoltà ad ammettere due forze molecolari nei corpi. Infatti, pure ammettendole, si può fare l'osservazione che l'attrazione sarebbe sempre la prima ad agire nella formazione del corpo: per tal modo il calorico necessario all'esistenza della repulsione in questo corpo deriverebbe la sua origine dall'azione della detta forza attrattiva; o almeno ne sarebbe sempre dipendente: poichè non si può respingere ciò che non è stato unito. D'altra parte noi ritroviamo in ogni corpo sempre simultanee queste due forze antagoniste, ed anche negli elementi dei corpi. Dunque che cosa è che sottomette la repulsione all'attrazione, e l'obbliga a non agire, se l'altra non ha ancora agito? non si vede il perchè l'azione di una preceda quella dell'altra.

Inoltre queste due forze molecolari contrarie bisogna che abbiano diversa intensità; imperocchè, se fossero eguali, crescendo o no le distanze, si avrebbe sempre un equilibrio e non il moto: ma l'equilibrio nei corpi è mobile e stabile ad una: perciò i fisici convennero di ammettere che, se l'attrazione agisce nella ragione inversa del quadrato della distanza, la legge della repulsione sia quella inversa del cubo. Ciò che però è ben difficile il dimostrare che sia.

Oltre alle due forze molecolari vi sono tanti altri agenti naturali; e nulla è più importante in fisica che di mostrare i punti di contatto ed i rapporti intimi fra i medesimi. Noi sappiamo che essi hanno una fratternità comune, che si convertono gli uni negli altri, ma ne ignoriamo il modo. Esiste invero un legame rimarchevole fra il calore e l'elettricità nella loro propagazione, per cui si può dire che le qualità fisiche, che intervengono nella trasmissione calorifica, intervengano pure con la stessa proporzione nell'elettri-

ca. Così pure sembrava dapprima un grande ostacolo alla teoria della unità delle forze fisiche il potere collegare le forze puramente attrattive con le azioni degli imponderabili, nei quali sembra prevalere l'elemento repulsivo Ma dopo le belle sperienze di Plucker, Tyndall, Senarmont... non vi è più dubbio che la forza, la quale agisce nella coesione, non sia la stessa che determina le molecole a prendere la forma cristallina, e così si trova una reciprocanza di azione fra le forze, che uniscono le molecole nei corpi, e le forze magnetiche e calorifiche: e specialmente per l'intermezzo della forza magnetica si stabilisce oggidì una relazione fra la coesione e gli altri modi di forze.

Senza la correlazione delle forze non si può dimostrare la loro unità: perciò importa assai di bene intendere questa parola, usata da Grove per la prima volta, e la quale rigorosamente interpretata significa una dipendenza mutua e reciproca di due idee inseparabili nel nostro concetto intellettuale; così l'idea di altezza non può esistere senza intendasi l'idea correlativa di profondità; quella di materia, senza quella di forza; un braccio di leva non può essere alzato senza che l'altro si abbassi: un corpo non può essere elettrizzato positivamente senza che un altro non lo sia negativamente. Quindi correlazione *fisica* è una produzione mutua e reciproca; consiste in ciò che una forza capace di produrne un'altra può alla sua volta essere riprodotta da quella, poichè l'azione è sempre accompagnata da reazione.

Ma correlativo non è identico; per es., riguardo alle forze elettriche e magnetiche, noi non possiamo elettrizzare un corpo senza magnetizzarlo e viceversa. Ogni molecola, quando è sotto l'azione di una di queste forze, lo è pure dell'altra, e sebbene esse agiscano in direzioni normali fra loro, non meno sono inseparabili, mutuamente dipendenti e correlative. Si è perciò che « l'evoluzione ossia la trasformazione

di una forza in altra, dice Grove, ha condotto qualche fisico a riguardare tutti gli agenti naturali come riducibili all'unità e come risultanti da una forza unica, che è la causa efficiente di ogni altra: e questa chi la pone nell'elettrico, chi nel calore.... »

Impertanto la correlazione delle forze fisiche sta in ciò che il moto non può essere nè creato, nè annullato, e che la forza meccanica e gli imponderabili sono manifestazioni sotto forme diverse di una sola e stessa causa. Questo principio sino dal secolo passato era apparso a Rumford, Davy... ma il vero concetto si deve a Montgolfier, il cui principio sintetico era ignorato da Grove, quando questo fisico prese a dimostrare l'identità delle forze fisiche nel moto dei corpi.

Importa al presente di determinare qual sia questa causa, questa forza unica, il che sembra non difficile a prima vista. Imperocchè la correlazione delle forze fisiche dimostra che ognuna di esse, posta a capo, si converte in ogni altra immediatamente o mediatamente. La conversione mediata non sarebbe di molto atta a dimostrare l'unità di forza per una mente comune; poichè, ammesso il principio che la forza non cessa, ma cambia la sua azione, è difficile il comprendere come, l'attrito cambiandosi in elettrico e l'elettricità in magnetismo, si possa dire che l'attrito siasi cambiato mediatamente in magnetismo. Resta però sempre l'azione immediata, e si è appunto riguardo a questa che si è dato all'elettricità il privilegio di essere la causa prima dei moti: imperocchè l'elettricità, come moto, si cambia immediatamente in qualsiasi altro moto, e reciprocamente; e di più essa serve di intermezzo, perchè un moto si converta in un altro, quando ciò non avviene immediatamente. Nondimeno chi bene studia gli scritti di Grove troverà che la supremazia cercata spetta piuttosto all'affinità chimica per duplice ragione; in prima essa è la più correlativa all'elettricità, che si definisce una *affinità chimica esercitata a distanza attraverso di una*

serie di molecole (*); posciа, perchè l'affinità si considera tuttodì dai fisici quale una forza attrattiva, ed appartiene al carattere generico della materia che manifesta costantemente ne'suoi fenomeni, ossia nei corpi, le forze attrattive.

Nondimeno la questione è così grave che, ben meditata, Grove crede che il naturalista non potesse arrivare a riconoscere questa causa del moto. Ammessa appunto la correlazione, e potendo noi partire da ognuna delle forze come forza primordiale, egli è evidente che niuna di queste forze può essere tenuta per la forza iniziale, poichè ella suppone una forza anteriore che la produca. Ciò posto, e egli possibile di rappresentarci sotto una forma realmente accessibile alla nostra mente una forza che non abbia una forza antecedente, cioè una causa che non sia l'effetto di un'altra causa? si potrà egli trovare il primo termine di questa serie? A questa dimanda Grove risponde che non è possibile senza che si faccia intervenire la potenza creatrice, al pari che senza cotesto intervento non si potrebbe concepire al presente l'improvvisa apparizione di un corpo che passi dal non essere all'essere, ossia siasi formato dal nulla. Ora, siccome già da un secolo è stata riconosciuta l'impossibilità di siffatte creazioni e della distruzione della sostanza dei corpi, così lo stesso si deve dire che niuna forza può immantinenti apparire o cessare senza divenire o cambiarsi in un'altra forza. Ed in altri termini. Siccome la materia non cessa mai, così negli stessi corpi le molecole non cessano, ma, modificatesi nelle loro posizioni, danno origine ad un nuovo corpo, facendoci credere che il primo sia scomparso nel nulla ed il secondo sia sorto dal nulla.

Egualmente avviene per la forza: questa non potendo abbandonare le molecole si muta in altra apparenza cambiando direzione o modo di agire, e quin-

(*) Vedi la nota *A*.

di ci sembra che una forza abbia cessato di essere e che un'altra sia sorta dal nulla. Siffatte ragioni, mentre da una parte conducono Grove a dimostrare con metodo rigoroso che la materia e la forza, i corpi ed i movimenti sono correlativi, da un'altra lo inducono a supporre che vi sia sempre un termine antecedente.

Ed in vero, tuttociò sta bene trattandosi appunto della correlazione delle forze fisiche studiate da Grove: ma ne mancava una all'appello: e questa si è appunto la forza primordiale, iniziale, la forza che veramente è correlativa con la materia, intendo dire la forza di *espansione spontanea* scoperta dal nostro Ambrogio Fusinieri.

IV.

Il progresso delle scienze naturali dipende dal bisogno che noi abbiamo di investigare le cause più generali dei fenomeni, e di bene determinare sia la natura delle forze molecolari, attrazione e repulsione, sia le funzioni cosmiche degli agenti imponderabili. Infatti sono persuasi realmente i naturalisti che per es. la capillarità sia bene spiegata nei trattati di fisica? no di certo, ove pensino alle varie fasi ed ipotesi per cui successivamente passò questa questione. Ma dalla capillarità non dipendono l'endosmosi, la dialisi, e da queste non derivano i più grandi fenomeni della vita? perchè dunque non curano i fisici di meglio verificare i fatti ammessi e di seguire la via sperimentale, secondo cui la capillarità viene deduttivamente spiegata da Fusinieri (*)? Perchè seguitare a credere che l'endosmosi dipenda dalla forza vitale, quando ognuno sa di presente che anche con ripari porosi minerali avvengono i fenomeni endosmosici e dialitici?

(*) *Dinamica molecolare* ec. pag. 136 e seg.

Così pure sanno forse i fisici che cosa sia la dissoluzione, e ne hanno eglino una ben chiara idea? e qui pure si risponde che no; perocchè questa si fa dipendere da un predominio dell'adesione sulla coesione in modo tale che l'adesione eccitata per l'immersione del corpo solido nel liquido sia superiore ad una delle due coesioni, e, cedendo o l'una o l'altra di esse, il solido sia o no solubile. Imperlanto, essendo necessaria la condizione che il solido si muova nel liquido, come avviene la soluzione quando il corpo solubile sta in riposo? chi caccia via le molecole, fra cui è avvenuta l'adesione vittoriosa, affine che una nuova adesione nasca fra le interne molecole della massa dei due corpi, giacchè si sa che la solubilità agisce di continuo? E così di tante altre questioni sinora non bene definite nell' insegnamento scientifico.

Perciò io dico che Fusinieri ha colmato veramente un vuoto, che era nella scienza naturale. Chi sapeva che si fosse l' affinità chimica? non si confessa che la fisica finora non è una scienza, poichè manca ad essa quell'unico principio, quasi assiomatico, senza di cui non vi è scienza? Era invero ardua cosa trovare un *metodo sperimentale*, che facesse scoprire quella forza primitiva, che è nella materia e per cui si svolgono tutti i fenomeni! Or bene: Fusinieri vi riuscì e dettò le leggi di quest'unica forza, mostrò la relazione ordinata nella progressione degli effetti e delle cause naturali. Perciò io non ho esitato a proclamare il Fusinieri grande al pari del Galilei: questi la teoria della gravitazione, quegli quella delle azioni molecolari inaugurò. Però quanti ostacoli non ebbe esso a superare! incontrò nel suo cammino non dirò l'ignoranza, ma l'invidia, la superstizione, e l'ignavia intellettuale di coloro, i quali, appunto perchè si sono seduti sulle scanne accademiche, non si credono più obbligati a dovere rifare gli studi. Fusinieri non fu sconfitto; perocchè egli

compì l'opera sua, e ben sapeva che l'uomo non deve scoraggirsi dopo una grande scoperta, il fatto stesso condannando l'inventore ad essere forte e paziente; ma la sua memoria fu obbliata, i suoi volumi non dirò che sieno stati sequestrati, ma chiederò in quali biblioteche essi si trovino? (*)

Nè si creda che esaltazione di mente, eccesso di venerazione, sentimento patrio mi facciano così parlare: no; se io dico che Fusinieri con la sua scoperta della forza di *spontanea espansione* ha elevato la fisica al rango di scienza, ha precorso lo sviluppo ed il moderno suo progresso, io sono convinto di non essere smentito dall'avvenire. Sì, io amo anche il Fusinieri, perocchè amo la scienza, amo la mia patria antica culla di essa, amo il progresso sociale; seguo il principio Fusinierano, perchè mi attengo al metodo sperimentale, che è verità; infine vorrei che i nostri grandi si venerassero, per mezzo dello studio, dapprima appresso di noi e poscia si facessero conoscere agli stranieri, non obbliando che la scienza è di tutti, essendo la verità universale, e che ogni nazione deve cooperare al bene della Società intera.

I naturalisti, che rigettarono la nuova forza scoperta da Fusinieri, non hanno di certo ben ponderato le seguenti parole di Grove. » Si potranno scoprire altre forze, che differiscano di tanto da quelle oggidì riconosciute nella scienza, di quanto queste stesse differiscono fra di loro; ciò è assai probabile. E quando queste nuove forze saranno state scoperte, si troverà che esse hanno fra di loro relazioni intime simili a quelle, che manifestano le forze conosciute? io credo ciò avere tutta quella certezza che è possibile, quando si predice un fatto avvenire ». E si badi eziandio a quest'altra sentenza dello stesso scrittore: » Se la vera espressione del fatto è che ogni modo di forza è capace di produrre gli altri, è erroneo il dire che uno

(*) Vedi la nota *B*.

di essi sia la causa efficiente assoluta delle altre ».

Questa sentenza, io credo, favorisce eminentemente il principio fusinierano; non occorre il dimostrare che la forza di espansione spontanea non è correlativa con qualsiasi forza conosciuta, ma che ne è la causa; ciò ho già dimostrato altrove (*). L'espansione spontanea è la causa del movimento; il movimento essendo un fenomeno, effetto della causa, quando è impedito in un dato modo deve avere luogo altrimenti, ma sempre conservando la debita relazione fra causa ed effetto: ecco perchè i movimenti sono tutti correlativi. Se i fisici si degneranno di approfondire quest'idea, meditando le citate sentenze di Grove, si troverà nel principio fusinierano un maggiore appoggio alle sue vedute, e questo stesso eminente fisico potrà aggiungere una nuova pagina al più importante scritto che abbia la fisica moderna, all'opera *sulla correlazione delle forze fisiche*.

Altro merito del principio fusinierano si è per me che esso forma un connubbio fra la fisica e la fisiologia non meno stretto e forte di quello fra la fisica e la chimica. Ciò avviene, non già introducendo la forza vitale nei fenomeni meccanici, siccome fanno Dutrochet ed altri, ma bensì dimostrando che una causa fisica, una pura forza meccanica vale a dare un'esatta ragione, secondo il metodo sperimentale, di molti fenomeni fisiologici. So bene che le leggi della vita non si deducono come le leggi fisiche, e che quando una tale deduzione la sembra legittima sovventi avviene che conduca all'errore; ma ciò non torrà mai che i due ordini fenomenici non possano derivare dalle medesime cause. Affine di poter essere persuasi di cotesto enunciato importa farci un giusto concetto dell'organico e dell'inorganico.

L'essere organizzato è limitato nel tempo e nello spazio, l'essere inorganico non lo è; e se noi oppo-

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. XXXVII. e seg.

niamo il finito, il determinato, il perfetto, in greco un solo motto τέλειος, a ciò che è indefinito, indeterminato, imperfetto, noi troveremo che l'essere organizzato è superiore all'essere inorganico, la cui forma geometrica ci può illudere. Nel primo, formato di parti dissimili, di organi vari, in cui l'attività particolare di ognuno regge quella di tutti gli altri, noi vi vediamo una dipendenza reciproca, un'armonia, per cui le parti dissimili mantengono la forma ed il proprio carattere, per cui esso realizza l'unità per mezzo la varietà delle sue parti; il secondo invece, formato di parti tutte simili, è omogeneo e non possiede una siffatta unità, e se noi ricordiamo ciò che già disse Aristotile che l'uno e l'essere sono la stessa cosa το ὂν και το ἓν ταυτον diremo che il primo è un essere e l'altro ha solamente dell'essere: ma però la sostanza è identica in ambi. Niuno vorrà ciò negare.

Impertanto eccomi ad una dimanda formale. Essendo identica la sostanza, in ambi gli enti dominerà la medesima forza, che è l'attività della sostanza; ma le forze derivate, ossiano i fenomeni, saranno identiche? e più esplicitamente: nell'essere organizzato le forze che regolano la sua costituzione sono tutte quelle stesse che regolano l'inorganico, o vi è un'altra forza, la forza vitale? Posto che un abile chimico disponga le molecole di ossigeno, idrogeno, azoto . . . siffattamente che i loro rapporti di sito rappresentino una cellula, questa, che in fatti non è retta che da forze inorganiche nelle sue parti, a cagione della forma avuta nel complesso delle parti presenterà i fenomeni ordinari della vita, come se detta cellula fosse nata da un'altra cellula? Non si può rispondere nè sì nè no, perchè manca la prova: sia dunque permesso di accettare la parola *forza vitale* siccome abbreviativa per indicare questa risultante, che si crede possibile, e che finora niuno ha dimostrato essere assurda. Anzi quanto più crescerà il numero dei fenomeni fisiologici esattamente spiegati con le leggi fisiche, e

perciò dimostrati quali fatti fisici che avvengono nell'organismo, tanto più aumenteranno pure i dati di questa probabilità, sicchè divenga certezza.

Una delle principali obbiezioni che si fa al principio fusinierano si è di non essere stato accettato al suo tempo, di essere già stato posto in disparte, insomma di *avere fatto il suo tempo*. Non ripeterò, di quanto ho già scritto altrove in proposito (*), altro che questa osservazione in risposta. Il principio fusinierano è un principio intimamente legato con il fatto, legittimamente discusso con il vero metodo sperimentale e che non può essere rigettato per altra causa in fuori che dimostrando false le esperienze, su cui si fonda, anzi da cui soltanto emerge. Ma siccome le esperienze non si possono negare, forse che si potrà negare il processo logico della discussione, per mezzo del quale si dimostra che la forza di espansione spontanea è la forza iniziale, generatrice dei fenomeni imponderabili (**)? lo dico di no; ma ammetto che possa svolgere ancora una lunga età prima che la mente dei naturalisti si adatti a questi nuovi concetti. E forse che le idee di Grove in questi 20 anni scorsi hanno fatto molta strada nell'intelletto degli scienziati?

Ma piacciavi sentire quanto l'illustre Seguin, dell'Istituto di Francia, scriveva di sè stesso in proposito: e cito Seguin, perchè, sebbene per altra via e con altri metodi, egli propugnava il medesimo principio dell'unità delle forze, e della correlazione fra materia e forza. Egli dice adunque:

« Pubblicando tutte le mie idee sulla riforma, che mi sembra indispensabile introdurre nella scienza attuale, battendo in breccia la distinzione stabilita fra corpi ponderabili ed imponderabili, annullando l'ipotesi dell'etere, io non mi dissimulava le difficoltà che

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. LVI e seg.
(**) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 156 e seg.

s'incontrano ad urtare di fronte le idee emesse e generalmente adottate da tutti coloro, i quali coltivano questi studi. Ma io non ho esitato d'incontrare le opposizioni, ed anche, il che è più a temersi ancora, la freddezza e l'indifferenza che accompagnano sempre l'emissione di una nuova idea, quando quelli, a cui è porta, temono che la sua ammissione eserciti una funesta influenza sulla loro posizione nella scienza e nella società. Perciò non mi sono nè meravigliato nè scoraggito per il silenzio, con cui i miei scritti erano accolti nell'Accademia, nè mi sono lamentato che non siano stati esaminati, criticati, combattuti, ma dimenticati. Ognuno sa che ogni questione scientifica ha la sua ora, che non dipende dalla volontà di un solo uomo il fare avanzare o ritardare; abbisogna invece che le verità sentite ed apprezzate isolatamente dai dotti conducano questi a scoprire una massa di elementi nuovi, i quali venendo a convergere da ogni parte verso lo stesso scopo, finiscano per colpire i buoni spiriti altamente classati nella società, e li decidano a porre mano alla riforma, che progredirà lenta sì, ma sicura ».

Se così pensa di sè il Seguin, che diremo del Fusinieri, il quale non era un Accademico, e non viveva in un mezzo adatto a diffondere il suo principio? Intanto siccome al presente non manca più la condizione di successo richiesta da Seguin, cioè nell'attuale progresso della scienza tutti i nuovi elementi sono ormai scoperti e riuniti, così i buoni spiriti saranno colpiti anche da altre condizioni; una si è l'esattezza del metodo sperimentale, con cui si dimostra il principio fusinierano, ed altra si è la sua semplicità. Poichè, ammettendo esso come sola causa di ogni cosa l'unica azione di un'agente, reca con sè la semplicità nella spiegazione dei fenomeni naturali. Infatti « che di più semplice, esclama Seguin, che di riferire tutto ad un solo elemento, *la materia*, ad un solo agente che la modifica, *il moto*? »

V.

Generalmente i fisici, come confondono materia con corpo così identificano atomo con molecola; accettiamo pure la divisione d'Ampère in atomi, molecole e particelle; ma le molecole, sebbene solide, non sono indivisibili e le particelle sono le ultime parti di un corpo, semplice o no. Però non abbiamo bisogno di ammettere un etere che le separi, nè molto meno di supporre che restino separate per azione di un eccesso di attrazione degli atomi. Imperocchè, se dapprima si credeva che le parti dei corpi si toccassero del tutto, poscia fu ammesso che ciò avvenisse soltanto in alcuni punti, quindi nell'affatto, infine che gli spazi fossero assai più grandi del diametro della molecola.

Così pure spesso si è trattato del moto delle parti dei corpi: tra gli antichi Talete, Empedocle, Lucrezio, Seneca, fra i moderni Musschenbrok, Boyle, Boscovich, il quale nella sua opera *de motu materiæ necessario* dice « che non esiste alcun punto della materia che sia perfettamente in riposo ». Le molecole non sono puramente enti teorici, come le chiama Becquerel, immaginati per soddisfare all'esigenza della scienza, ma formano realmente per la loro forza le molecole integranti, le quali, polarizzandosi e sovraponendosi simmetricamente, producono i cristalli.

I dotti d'oggidì trovano un'analogia fra gli astri e le molecole, concedendo a queste un movimento di rotazione e di traslazione; gli spazi inter-molecolari sarebbero paragonabili con gli spazi inter-planetari. Infatti le combinazioni chimiche tendono a provare che gli atomi e le molecole sono in uno stato di vibrazione permanente, e che il calore, l'elettricità, la luce . . ., i quali spesso accompagnano queste combinazioni, riempiono gli spazi inter-molecolari; e così l'affinità chimica non sarebbe che l'attrazione universale esercitata a distanze infinitamente piccole.

Ora questo stato vibrante produrrebbe i fenomeni del calorico raggiante. A proposito Tyndall dice che le molecole elementari raggiano meno, come l'ossigeno..., e le composte, come acqua, olio, raggiano assai più, oltre 9000 volte, perchè le prime sono così piccole che il loro moto non si comunica all'etere; ed in generale la tenuità di volume delle molecole è così minima, che Duprè calcolò di recente che in un cubo liquido, che abbia per lato un millesimo di millimetro, contengonsi ancora più di 123 miliardi di molecole, ma l'opinione di Tyndall è poco attendibile, sia perchè vi introduce l'etere, sia per una contradizione, in cui è caduto, ove appone in una nota l'osservazione che l'ozono raggia forse 100,000 volte più dell'ossigeno: ora l'ozono si considera come una mezza molecola di ossigeno, ed è perciò più piccola.

Invano sinora si è cercata un'analogia fra l'elettricità e la luce, studiando la loro propagazione; poichè la prima non ha direzione rettilinea, non è suscettibile di riflessione, rifrazione, polarizzazione: quando vi è la resistenza al passaggio, la corrente, deviando dalla sua strada, si diffonde espandendosi. Questo fatto è un gravissimo obbietto alla teoria dell'etere, ed invano i fisici, fra cui specialmente De la Rive, si sono provati a dimostrare l'andamento dei moti elettrici, per mezzo delle ondulazioni eteree. Analogia vuol dire eguale movimento direttivo, ma che differenzia soltanto nella intensità; e l'analogia dei moti può stare con la correlazione delle forze; ora se si vorrà giungere a trovare siffatta analogia, come per mezzo della bella esperienza di Tyndall si è riuscito a trovare quella fra la luce ed il calorico, e già si intravede quella che corre fra l'elettricità ed il magnetismo, si è appunto ricorrendo al principio fusinierano, il quale dimostra la natura dell'elettrico (*), e per esso si può pervenire a quella della luce.

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 237 e seg.

Ma prima di progredire, osserviamo che vi sono più modi di spiegare l'azione dell'etere, in oggi quasi universalmente ammesso dai naturalisti. Nel sistema ondulatorio si fa servire l'etere per trasmettere le vibrazioni dei corpi caldi e luminosi, come l'aria trasmette quelle dei corpi sonori. Però l'etere può anche essere la sorgente propria del calore e della luce; poichè le ondulazioni di trasporto hanno sempre un movimento di traslazione nelle particelle fluide, di cui sono composte, e le ondulazioni di origine non hanno che il solo moto vibratorio; in tal guisa con una sottigliezza non necessaria si distinguono le vibrazioni eteree dall'etere stesso. Ora è probabile che quelle vibrazioni, le quali costituiscono i diversi fenomeni, con cui l'etere si manifesta, siano determinate e diverse fra loro. In altro sistema, alquanto simile a quello dell'emissione, l'etere è un corpo assai sottile sparso nell'universo, penetrante tutti i corpi e collegato con essi intimamente. Ma è nei corpi allo stato gasoso che ve n'ha in maggiore copia. Noi osserviamo essere l'etere diversamente vibrante nell'ossigeno e nell'idrogeno, la quale varietà chiamiamo elettricità positiva nel secondo e negativa nel primo. Questa elettricità mantiene in essi lo stato gasoso, ma se per mezzo del calore si otterrà l'acqua, cioè l'avvicinamento delle parti gasose e la perdita dello stato aeriforme, allora avviene che per un tale avvicinamento si ha assai più luce e calore che non ne aveva la scintilla adoprata alla loro combinazione. Ciò dimostra che l'etere si estrica da essi, poichè nel loro composto ne è accolto in minore quantità.

Questo modo di considerare l'etere come mobile, aderente alle parti dei corpi, assorbibile e discaccibile vuolsi oggidì introdurre più diffusamente nelle discussioni scientifiche. L'etere, si dice, è in tutti i corpi; i gas non posseggono il loro stato fluido che per la loro associazione con l'etere; l'accendilume pneumatico, il platino spugnoso lo spiegano. Avendo

quest'ultimo la proprietà di condensare l'idrogeno, appunto per la riduzione del suo volume questo gas mette subito in libertà l'etere, il quale se ne diparte. Ora se noi vogliamo rendere ai gas l'etere, che hanno perduto, bisogna adoprare l'elettricità; infatti questa elettricità decompone l'acqua nei due gas, con cui essa stessa la compose; il che è prova che l'elettricità ed il calore non sono se non che diverse manifestazioni dell'etere. Infatti, che differiscano soltanto per la loro allotropia molecolare si prova con ciò che la scintilla elettrica non può determinare la combustione di miscugli gasosi, che non sono più infiammabili per mezzo del calore.

Forse arriderà a molti questa nuova spiegazione che ora sorge in campo per spiegare l'etere, e che unisce il sistema dell'etere al sistema dell'emissione. Però avvi una sola obbiezione: ma forte assai, perentoria; ed è che questa ipotesi spiega i fatti mediante i fatti stessi, e che cotesto etere non è mai stato veduto, nè toccato, cioè non fu mai isolato.

Ora nel modo più comune ed antico di ammettere l'etere, cioè nel sistema di Huyghens si è eziandio cercato di avere una spiegazione dell'affinità chimica, e, secondo E. Bequerel, l'azione chimica della luce dipenderebbe dalle vibrazioni dell'etere in quanto che, se il corpo è in un tale stato che possa essere decomposto sotto deboli influenze o entrare facilmente in combinazioni, una velocità di vibrazione avente una data intensità produce il fenomeno chimico.

Invero coll'etere si spiegano tutti i fenomeni i più vari e complicati! si avrebbe perciò diritto di rigettarlo, ove vi fosse un qualche fenomeno inesplicabile? Io pure direi di no, se non fosse più che provato che, appunto, affine di spiegare tutti i fenomeni e di rendere l'etere quale una causa universale di azioni, gli si sono affibbiate tante mai qualità ed attribuzioni che alla fine riescono contradittorie e forse assurde (*).

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 329 e 333 e seg.

Che se molti fisici vogliono ancora in oggi attaccarsi strettamente all' ipotesi dell' etere, naturalisti eminenti Humbold, Herschel, Grove, Seguin o l'hanno rigettato o ne hanno assai dubitato. Grove anzitutti ha annientato la supposizione di quest' etere, di questa materia imponderabile con un metodo così evidente, vittorioso » che è difficile, dice in proposito Seguin, di credere che le considerazioni, che l'hanno così potentemente indotto nella sua sentenza, restino ancora per molto tempo indifferenti ai fisici, sotto gli occhi dei quali esse caddero, e che coloro i quali amano di essere al livello del progresso e del movimento dello spirito umano, possano ancora seguire a sostenere e credere quest' ipotesi dell' etere che è venuta ad inciampare lo sviluppo di una parte assai importante della scienza naturale, e ad accrescere di più le oscurità di cui essa era già ingombra, spogliando i corpi detti imponderabili degli attributi della materia ».

Io riguardo l'ipotesi dell' etere come una menzogna scientifica usata per rimediare a danni di una più grave menzogna, la inerzia della materia: e siccome ormai non si poteva più negare la correlazione di forza e di materia, così per sostenere il principio di inerzia nella materia si è creata una sostanza attiva, che fu chiamata *etere*. (*)

Perciò io non posso accettare il rimprovero fatto da Clausius, il quale dice che « Newton, per avere rigettata l'ipotesi di Huyghens ed accettata la teoria antica dell' emissione, ha fatto un immenso torto alla scienza, un torto che soltanto un uomo di genio poteva rendere così grande ». Io credo che lo avvenire della scienza naturale compirà meglio l'intendimento delle idee newtoniane. Dico intanto che questo rimprovero fatto a Newton è ingiusto; imperocchè, il sistema di ammettere che i fenomeni lu-

(*) Vedi la nota C.

minosi siano il risultato di emanazioni reali di particelle materiali lanciate dai corpi luminosi vale assai meglio a soddisfare la mente che non l'ipotesi gratuita di un etere incomprensibile ed introvabile. Infatti nello stesso principio newtoniano degli *accessi* voi trovate sia il moto di traslazione delle particelle fluidiche, sia la forza di espansione spontanea nella loro proiezione dal corpo, che ne è la sorgente; ed in queste stesse particelle si vede ancora un movimento loro proprio interno, il quale si chiama *accesso* e che equivale ad oscillazione, vibrazione. Da altra parte, dico ancora una volta, che cosa si deve pensare riguardo all'introduzione nella natura di un agente sconosciuto, l'etere, che non può essere nè toccato, nè apprezzato dai nostri sensi, immobile nello spazio ove tutto è in moto, meno che imponderabile! etere, la cui esistenza è stata riconosciuta per questa sola ragione, che esso ha permesso di seguire matematicamente e da lontano l'analogia arbitrariamente ammessa fra la natura ed il modo di propagazione dei fenomeni sonori e di quelli luminosi.

VI.

Prima di riprendere la discussione del principio fusinierano, mi importa di intenderci bene sul senso della parola *atomo*. Altrove (*) io ho creduto di bene definire questo vocabolo e mi sono servito della parola *atomo* per determinare il finito materiale, mentre che generalmente i fisici per atomo intendono l'ultima particella dei corpi che è ancora soggetta all'azione fenomenica, allo impulso motore di una forza. Si è già detto di sopra, che in tal caso *atomo* equivale a *molecola*. Rendendo io l'atomo insensibile, non ho certo la pretesa di creare nuove parole, nè autorità da farle ammettere: ma è certo che lo stesso vocabolo

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. VIII e seg.

atomo non può essere inteso per equivalente a molecola, particella, avendo così un senso oggettivo, implicante l'idea dell'effetto prodotto, ed essere inteso come indicante una parte finita della sostanza, implicante l'idea soggettiva di forza o di potenza. Ed ora più che mai è necessaria una distinzione, la quale però è facile. La forza di espansione spontanea è propria delle particelle, molecole . . . , da essa deriva il movimento reale o nelle masse o nelle parti intime di un corpo; ossia un moto di traslazione nella molecola, ed un moto di oscillazione: dunque si chiami particella, molecola quella quantità di materia, in cui si mostra l'azione della forza repulsiva fusinierana, e resti in genere il nome di *atomo* alle parti di questa stessa molecola, in cui non si manifesta più cotesta espansione spontanea, ossia che non è più divisibile. Altrove (*) io ho cercato di mostrare in quale maniera l'atomo abbia ancora un movimento e quindi si determini ancora in esso un effetto: però, anziché moto, è vibrazione. Ciò non implica nulla nella discussione del principio fusinierano, e possiamo sottoscrivere la sentenza che probabilmente l'uomo non conoscerà mai l'ultima ed intima struttura dei corpi, ossia i supporti delle azioni molecolari.

Infuori del principio fusinierano invano la scienza ha cercato finora la identità della luce e del calorico ed oggidì stanchi dei due sistemi di emissione e di ondulazione i dotti abbracciano la teoria dinamica del calore, — il moto produce il calore, dunque il calore non è che un moto. — Ma se la premessa è verissima, la conseguenza sarà rigorosa? vi ha chi ne dubita; imperocchè la detta teoria non riguarda che la superficie esterna del fenomeno, vi sdrucciola sopra e non attende alla sua natura intima. Un'altra ipotesi è pure accettata oggi e questa combina a pennello col principio fusinierano; sentitene l'ori-

(*) *Dinamica molecolare ecc.*, pag. XII, e seg.

gine. Il geologo Buckland passeggiava in un parco con Stephenson, il celebre ingegnere, quando una locomotiva venne a passare dappresso a loro. « Qual è la causa che produce questa forza di locomozione » chiese Stephenson, e Buckland rispose: « egli è il calore del carbone che brucia sul focolare della caldaja ». « Ma, replicò il primo, sarebbe duopo di sapere come il carbone s'abbia avuto questa proprietà. Per me io sono sicuro che è la forza del sole, cioè il calore e la luce de' suoi raggi che si sono fissati sul carbone prodotto, allorchè i vegetali respiravano sotto l'influenza della luce e che ora il carbone restituisce durante la sua combustione ».

Quest'ipotesi molto viva e semplice troverebbe a prima vista la sua condanna in ciò che per fare dipartire il calore associato al carbone bisogna anzitutto comunicargli del calore. Quest'ipotesi è stata ricordata più volte, ed anche di recente un dotto scrittore ne parlò condannandola; infatti che diritto avrebbe avuto Stephenson che la sua idea fosse accolta dalla scienza? per quanto celebre meccanico, a cui l'umanità deve la locomotiva, egli, figlio del popolo, era un umile scienziato! Nondimeno la sua idea sembrami assai d'accordo colle teorie fusinierane. Sì, il sole produce il carbone, tutti i moti organici sono combustione di carbone; nella teoria dinamica i moti si convertono, dunque tutto viene dal sole, ed ogni forza è la forza del calore e della luce solare condensati nel carbone; e sotto questo punto di vista quest'idea è della più alta antichità; essa era già espressa dalla favola che fece di Prometeo, l'antico fabbro inventore della fucina, un ladro del raggio solare.

Ciò posto io dico che il calore, e così gli altri imponderabili, non è semplicemente un movimento nell'interno del corpo caldo, ma è un vero elemento — non però inteso come è nel sistema dell'emissione —; e con ciò la comunicazione del calore non è

un moto comunicato per mezzo dell'etere, ma è un *quid* reale penetrante nel corpo riscaldato e che serve a destare ivi movimenti analoghi ai propri. Cosicchè il calore non è un fluido di sostanza diversa, come nel sistema emissivo, nè un moto impresso nelle molecole dei corpi caldi dall'etere circostante, come si ammette nel sistema ondulatorio, nè la conversione di un moto meccanico qualunque, indipendentemente dall'etere come nella teoria dinamica, ma abbraccia tutti questi caratteri; il calore *è il movimento delle molecole attenuate di un corpo comunicato a quelle di un'altro corpo, in cui quelle molecole si sono imbattute ovvero entro del quale hanno penetrato.*

Anche nel sistema di Laplace abbiamo qualche cosa di conforme ai principj fusinierani. In questa teoria lo spazio sarebbe stato ripieno di un gas, massa cosmica, sottomesso ad un moto di rotazione, il quale essendo assai rapido, lo ha liquefatto, solidificato ed ha formato così i mondi attuali. Questa magnifica teoria si appoggia all'osservazione; imperocchè avvi ancora nell'universo di grandi spazi occupati da siffatte masse, ed anche nello spazio intersiderale vi sono le così dette nebbie cosmiche, che oscurano il sole, i pianeti; di qui il freddo del periodo ghiaeciale, essendocchè nel suo moto il sole andò attraverso una di queste nebbie. Alla loro presenza alcuni astronomi, fidenti nella permanenza delle leggi naturali, attribuiscono la diminuzione di luce nelle stelle fisse; una stessa nebulosa scompare, passando dietro ad una di queste nebbie, e così invece di dire che quella nebulosa con i suoi 4000 milliardi di stelle sia stata distrutta, si dirà meglio che la natura è soggetta, come ogni sua parte, a periodi di mutamenti. E si è appunto dall'aspetto delle nebulose non resolubili ebe ebbe origine l'ipotesi delle masse cosmiche.

Infatti una prima condensazione delle parti di questo corpo diffuso ha prodotto nubi di vapore, ossia semplici nebulose; poscia per un'ulteriore conden-

sazione si formarono in esse uno o più nodi, i quali, attraendo la massa circostante, ingrossarono a poco a poco e divennero stelle che poscia per mutua attrazione si avvicinarono e composero l'ammasso stellare. Perciò noi vediamo delle nebulose in tutte le età della loro organizzazione; esse non sono sparse egualmente nel cielo, sembrano disposte a strati in certe regioni, ed Herschel osservava che gli spazi vicini erano poveri di stelle e vuoti di ogni massa cosmica, come se le nebulose si fossero formate a spese della massa corporea primitivamente sparsa in detti spazi. È ben vero che anche oggidì noi assistiamo alla formazione dei mondi, e scopriamo una sola legge, una forza unica dominante in questa infinita varietà di fenomeni.

Il principio fusinierano sembra dovere oggidì essere introdotto nella scienza da Faye, il quale scoperse che in una lamina di platino incandescente per mezzo della bobina di Rumkorf si produceva attorno ad essa un vuoto, dipendente dalla temperatura del corpo, dalla tensione del mezzo e dalla densità delle ultime sue particelle. In seguito a quest'esperienza Faye per analogia ammette che una forza repulsiva sia esercitata dal Sole sopra i satelliti, azione dimostrata nei loro movimenti per mezzo di indizi, deboli è vero ma seri, e che, lungi di turbare l'armonia celeste, quale esiste oggidì, fra i fatti e la teoria della gravitazione questa forza repulsiva viene anzi a riempiere dei voti, riunendo con metodi semplici e naturali i fenomeni misteriosi della formazione e dell'accelerazione delle comete alle circostanze più delicate del moto dei satelliti.

Il principio fusinierano ha un duplice aspetto; il fatto sperimentale ed il criterio logico. Il fatto sperimentale dimostra evidentemente l'azione della forza repulsiva, ed è impossibile ormai di negarne l'importanza; il criterio logico ci porta a discuterne la natura e rende anche facile la discussione sullo sta-

to della materia. Ricordisi che la correlazione delle forze importa che i movimenti si modifichino e si trasmettano nei corpi: ma ciò avviene appunto in conseguenza che una forza propria esiste nelle parti dei corpi, la quale è inseparabile da esse ed è l'intima causa della loro mobilità. Ora sembra possibile, mediante questa stessa correlazione, di cercare e determinare quale sia questa forza. Infatti già si è detto che l'affinità chimica sembra la sorgente di ogni movimento; imperocchè essi tutti si riducono in affinità chimica. Ora che cosa è quest'affinità? Grove non ce lo seppe dire; ma però quel sommo fisico capì bene che non poteva essere una forza puramente attrattiva, cioè avente la natura della coesione. Invece si è appunto nei fatti osservati da Fusinieri che si dimostra l'affinità chimica non essere una forza in sè, ma il risultato della forza repulsiva fra due corpi eterogenei, come la coesione è il risultato della stessa forza, quando agisce fra le parti omogenee di un corpo (*).

Anche Berthollet dimostra che nell'affinità chimica avvi l'influenza delle masse, e ciò è secondo il principio fusinerano, per cui la forza repulsiva cresce col diminuire della massa.

Posto ciò e certi di ciò per mezzo della verità sperimentale, io dico che mediante il criterio logico noi possiamo cercare di determinare la relazione di questa forza con i suoi fenomeni, ossia di concepire come la materia si manifesti nell'Universo.

In prima risulterà che essa ha delle parti; imperocchè i fenomeni non sono universali ma locali, non indefiniti ma finiti, sebbene la legge della loro produzione sia universale, cosicchè, ovunque avvengono, si producono sempre nello stesso modo; il che dimostra essere la materia modificata finitamente nello spazio e diversamente nel tempo. Ora, se la materia ha delle parti, anche dichiarando cosa inutile il di-

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 149 e seg.

scutere le qualità delle ultime parti, cioè gli atomi..., se queste parti sono forze ezandio, la diversità dei fenomeni affetterà nello stesso spazio successivamente le medesime parti della materia che vi si trovano, ovvero queste si moveranno per lo spazio? il projettile lanciato ha veramente un moto di traslazione, ovvero la materia esistente nello spazio della trajettoria è modificata dalla successiva trasmissione alle sue parti della forza causante la projezione? La risposta è che la forza repulsiva essendo propria della materia, il moto di traslazione è reale come la stessa azione repulsiva.

Seguin ha un suo sistema matematico per dimostrare l'azione delle forze attrattive e repulsive nei corpi. Egli chiama *distensione* la repulsione, che fa derivare da azioni di molecole isolate nello spazio, le quali molecole egli chiama porzioni della materia libera. Quindi queste molecole sono la causa della distensione, per effetto di cui si liberano le molecole formanti il corpo, e queste molecole liberate alla loro volta sono causa di azione sopra altri corpi: queste molecole equivalgono a quelle dette finora imponderabili. Il sistema di Seguin è simile assai a quello di Fusinieri: non vi è etere di mezzo, e si ha ragione della forza di espansione spontanea che mostrano i corpi attenuati e ridotti a spigoli.

Io non vorrei opporre una critica ai pensieri di uno scienziato così illustre; ma se il Seguin ha piena ragione, allora l'attrazione è una forza, e nei corpi risiedono le due forze molecolari, e perciò ritornano in campo le già accennate obbiezioni su questo riguardo. Intanto quello che più mi importa si è che il sistema di Seguin, oltre di rigettare l'etere, dà alle molecole libere, il cui moto determina i fenomeni degli imponderabili, un moto di traslazione, accordando così la ipotesi dell'emissione con quella della correlazione delle forze e dell'unità di materia.

VII.

Il progresso della chimica sarà ancora più vasto e da storia dei fatti, che ora essa è, diverrà scienza collegandosi con la fisica, quando sarà cognita la causa delle azioni molecolari: forse non sono queste i veri reattivi della chimica? Così pure esse sono la parte più importante della fisiologia: ogni funzione vitale è legata intimamente a dei mutamenti mecanici nella massa organica: per es. i muscoli respirano e consumano una data quantità di ossigeno proporzionale ad ogni movimento che compiono; perciò la causa di questi moti si è l'affinità chimica.

Eccovi un fenomeno di fisiologia vegetale spiegato col principio fusinierano. Di recente Boussingault insegnava che, per spiegare come l'acqua assorbita dalle radici possa arrivare sino alle foglie, non bastava la capillarità e l'endosmosi: non la prima, perchè essendo essa una forza fisica come tale doveva avere un limite, e perciò l'acqua si avrebbe a fermare ad una certa altezza; non la seconda per la stessa ragione che dovrebbe arrivare ad un momento, in cui essa abbia prodotto tutto il suo effetto. Ammette quindi che la vera causa sia quella data da Hales, cioè il vuoto che si forma nei tubi interni del vegetale a causa della traspirazione delle foglie. Invece Boussingault avrebbe meglio ragionato secondo il principio fusinierano. Imperocchè anche per capillarità l'acqua può salire a qualsiasi altezza, attesochè si formano nei tubi interni più colonne (*); anche nel caso dell'endosmosi sappiamo che nell'irruzione di due correnti, l'esterna d'acqua e l'interna per es. d'acqua gommata, la corrente esterna sale più verso l'interna che viceversa (**). Riguardo poi alla spiegazione di

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 139. 140.
(**) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 204. e seg.

Hales si osservi essere il fenomeno di puro ordine fisico: nondimeno il fatto è più complesso assai: la traspirazione non basterebbe per fare ascendere l'acqua oltre 10 metri, e quindi per es. le Wellingtonie, questi Baobab giganteschi, come potrebbero per una semplice azione pneumatica recare sino a 120 metri l'acqua assorbita dalle loro radici? Invece secondo il principio sperimentale di Fusinieri ecco come si spiega facilmente questo atto importante della vita vegetale; la traspirazione toglie via il vapore interno dei tubi, il quale reagisce contro la forza espansiva del liquido ascendente, cosicchè questo può portarsi a qualsiasi altezza (*).

E riguardo alla spiegazione della capillarità data dal Fusinieri non è molto che E. Bequerel indicava un fenomeno dipendente dalla formazione delle lamine sottili, ma non ancora osservato e di cui non si avvide il nostro Fisico Vicentino; cioè che la temperatura del liquido aumenta durante l'azione capillare. Oltre a ciò è notevole la spiegazione che ne dà lo stesso illustre osservatore. » La capillarità, esso dice è simile all'affinità, perchè dà luogo a delle combinazioni e genera calore ed elettricità, mentre che le sviluppa ». Ciò posto, non aggiunge altro. Se egli conoscesse le esperienze di Fusinieri avrebbe capito assai meglio questo fenomeno.

Mediante appunto queste esperienze coordinate con una sola causa io ho potuto altrove (**) spiegare esattamente la esperienza di Tyndall sulla conversione del calore in luce, così malamente spiegata dallo stesso inventore, il quale si attenne all'ipotesi catalitica. Ora la stessa causa vale a spiegare quei fenomeni di fosforescenza, che furono con più attenzione osservati di recente. Tale è per es. l'attività scoperta da Niepce-de-Saint-Victor, che hanno i corpi porosi

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 156.
(**) *Dinamica molecolare* ecc. pag. XLII e seg.

esposti al sole di agire per molto tempo sui sali di argento, che ha un piatto di porcellana di scolorire le stoffe che lo coprono, che ha la terra stessa sino alla profondità di un metro: in questi casi avviene un raggiamento invisibile ai nostri occhi. Egli è vero che questi fatti di fosforescenza si vogliono spiegare mediante il sistema ondulatorio dell'etere; imperocchè, dice E. Bequerel, » le vibrazioni più lente dell'etere luminoso danno luogo ai fenomeni caloriflci, le più rapide ai fenomeni chimici, e la fosforescenza è la proprietà dei corpi di conservare i moti ricevuti per un dato tempo ». Per lo più questo tempo si calcola ad $^1/_{1000}$ di minuto secondo; ma talora dura oltre 36 ore. Per es. la pietra calcarea resta luminosa per $^1/_3$, l'allumina per $^1/_{100}$, i sali d'urano per $^1/_{1000}$, alcuni carburi d'idrogeno per $^1/_{3000}$ di minuto secondo. Di più ancora; il colore della fosforescenza è sempre il medesimo per un dato corpo, qualsiasi il colore della luce, da cui è colpito e da cui viene eccitata la sua fosforescenza. Così il carbonato di calce dà sempre una luce aranciata, come una corda tesa dà sempre lo stesso suono, qualsiasi il corpo che la faccia vibrare; l'allumina dà un colore rosso-fuoco, un sale d'urano un colore azzurro. I solidi, specialmente se minerali e traslucidi, sono i più fosforescenti, i liquidi lo sono per meno di $^1/_{1000}$ di secondo, e meno ancora i gas. Lo spato d'islanda ed il diamante, esposti per breve tempo al sole, sono fosforescenti per molto tempo; ma i carbonati di barite, stronziana, calce, se calcinati con dello solfo, lo sono per più di 36 ore.

Ora tutti questi fenomeni dipendono secondo E. Becquerel da ciò, che i corpi sono » serbatoi di vibrazioni, che si conservano secondo lo stato fisico del corpo; ma non vi è alcuna corrispondenza fra la rifrangibilità dei raggi incidenti e quella dei raggi emessi. » È facile avvertire che la difficoltà di ammettere cotesta citata spiegazione ondulatoria sta per l'ap-

punto in ciò, che vi dovrebbe essere la corrispondenza fra i raggi incidenti e quelli emessi: ogni fisico capirà la ragione di questa necessaria relazione. Invece nulla di più facile che il dare una spiegazione sperimentale della fosforescenza e de' suoi vari fenomeni seguendo il principio fusinierano. (*)

La diffusione molecolare è la proprietà che hanno due liquidi, messi in contatto e tenuti senza che soffrano alcuna agitazione, di mescolarsi e formare in più o meno tempo un tutto più o meno omogeneo: essa è analoga alla volatilità dei corpi. Analoga alla diffusione si è la disoluzione, la quale da qualche fisico si spiega per mezzo della adesione, che fa l'acqua investendo le molecole del solido immerso, per cui vince la loro coesione e le separa. Neppure questo modo, che nell'effetto reale dell'investimento si avvicina al principio fusinierano (**), spiega bene il fenomeno: poichè l'adesione avviene a distanze maggiori della coesione, e così la molecola acquea, aderente ad un dato punto superficiale della molecola solida e che si deve muovere per avvicinarsi ad altri punti della stessa, si trova essere più distante e non può passare. Ed ancora; come è che l'adesione, la quale è un momento statico, può essere causa di moto? bisogna pure che dapprima cessi l'adesione avvenuta, perchè nasca la nuova adesione.

Anche i gas si disciolgono nei liquidi secondo leggi definite, un'acqua satura di un sale discioglie minore quantità di un gas, ed a minore pressione avviene lo stesso; cosicchè si ha la legge che per es. l'acqua, in presenza di uno spazio finito, assorbe sotto forma di disoluzione una porzione tale di gas, che questa porzione, ove occupasse un volume eguale a quello del liquido, possederebbe una forza elastica rappresentante una frazione costante della pressione, che eser-

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. LXXXII e seg.
(**) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 146 e seg.

cita il gas non sciolto sulla stessa disoluzione; e questa frazione non dipende dalla pressione assoluta, ma dalla parziale dei gas; cosicchè per l'ossigeno è stata trovata equivalere ad $^1/_2$.

Iulien propose di considerare come disoluzioni e non combinazioni le leghe, i carburi e silicati di ferro, il vetro liquido, il vetro comune; si è il carbone liquido che è sciolto nel ferro; si è la disoluzione nel silicato neutro di uno de'suoi composti, che forma il vetro liquido, ed il vetro comune risulta da silice amorfa o da ossidi amorfi disciolti nel silicato neutro cristallino. Quindi dice « la combinazione in proporzioni indefinite sotto l'influenza dell'affinità capillare non è altro che una semplice disoluzione solida ». Attesa l'autorità dell'illustre chimico ognuno si dovrebbe guardare dal chiamare *sibillina* la citata definizione; nondimeno niuno, che ignori gli studi fusinieriani, può riescire a capirla. Intanto ecco sempre di mezzo l'azione della forza adesiva, la natura di questa sarà sempre tenuta incognita, si seguiterà ognora a dire che essa è una specie di attrazione molecolare, ed esservi una diversità fra essa e l'affinità senza determinarla. Invece ogni difficoltà è appianata, e la fenomenologia resa intellegibile seguendo gli studi sperimentali del Fusinieri, che ci conducono a sostituire a questa adesione e ad ogni altra forza attrattiva quella di *spontanea espansione*, che porge evidente dimostrazione sia delle azioni chimiche che delle disoluzioni (*).

Ma ben altri fenomeni, più inesplicabili ancora, si fanno dipendere dall'adesione! per qual ragione l'acqua nel vuoto non bolle che a 130° o 140°? forse che per la sola causa del vuoto è divenuta maggiore la coesione fra le sue molecole? e se la resistenza all'ebollizione dipende dalla più forte adesione avvenuta del liquido con le pareti del vaso, siccome

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 143 e seg.

vogliono supporre alcuni, come è che nel martello pneumatico l'acqua cade in massa colla forma del recipiente? E qui pure il principio fusinierano spiega evidentemente la ragione di questa ritardata ebollizione dipendente dalla forza repulsiva del vapore acqueo contenuto nel vuoto, la quale determina sul liquido una pressione, che vuolsi però distinguere dalla pressione meccanica dei gas (*). Ma passiamo a trattare cosa ancora più importante.

Il metodo sperimentale deve essere acerrimo nemico delle qualità occulte; ed il Fusinieri lo fu quanto mai. Eppure quante qualità occulte anche in oggi si ammettono nella scienza naturale? ciò avviene per l'influenza esercitata sopra di essa dalla filosofia idealistica; ma alla fine tutte avranno fatto il loro tempo.

Infatti le qualità occulte non sono che cause di fenomeni non ancora dichiarati: ora che male v'è a confessare l'ignoranza? lasciamo ai metafisici il privilegio di sapere tutto, e noi, conoscendo di poco sapere, riesciremo alla fine a sapere di molto. Per es. insino a quest'ultimi tempi i fisici hanno ignorato la natura del timbro di un corpo sonoro, se ne doveva perciò fare una qualità occulta? intanto ecco che Helmholtz dimostra il timbro risultare dal numero delle note armoniche, che accompagnano il suono fondamentale, e dalla loro relativa intensità.

La più famosa fra le qualità occulte si è la forza catalitica. Infatti vi sono dei corpi, che, per la sola loro presenza, determinano combinazioni e decomposizioni chimiche; « la forza che interviene in modo assai misterioso è affatto sconosciuta » diceva non è molto Riche E Schoenbein aggiunge che « le azioni da Berzelius chiamate col nome di azioni catalitiche sono fra i fenomeni più sconosciuti della chimica: esse presentano un grande interesse teorico, e la scoperta della causa, che le produce, sarà il punto

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 156.

di partenza di un progresso immenso della chimica scientifica ». Non mi occorre che invitarvi a leggere gli scritti fusinierani (*) per essere certi che questa causa, sorgente di un immenso progresso, è stata già da mezzo secolo perfettamente dimostrata mediante un accurato metodo sperimentale.

Intanto Schoenbein cerca di rifare questa scoperta. Egli spiega l'azione del platino sull'acqua ossigenata dicendo che il platino gode la proprietà di trasformare in ozono l'antozono della molecola acquea ossigenata, che si trova in contatto con esso; questo ozono si combina con l'antozono di una molecola acquea che si trova ad una certa distanza dal platino e forma l'ossigeno ordinario, il quale non può restare in combinazione coll'acqua e si estrica allo stato gasoso. Oltre il platino godono di simili proprietà il mercurio, l'oro, l'argento, l'osmio... e molti corpi del regno organico vegetale ed animale, come il glutine, la diastasi, l'emulsina, la mirosina, il lievito di birra... Siccome però Schoenbein non dice quale sia questa proprietà del platino, nè donde derivi, nè con quali leggi si manifesti: perciò egli stesso è ancora fautore di una qualità occulta non meno che lo fu Berzelius e lo sono tuttodì Riche, Deluca (**)...

Molto più saviamente Grove parlò della forza catalitica dicendo « che se gli effetti di combinazione e di decomposizione determinati per la semplice presenza di un corpo straniero abbraccia una classe di fatti, che debbono modificare considerevolmente molte nostre idee relative all'azione chimica, è però molto possibile che sotto questo solo ed identico nome si comprendano azioni molecolari d'origine assai diversa Ma in niun caso la forza catalitica ci mostra un potere od *una forza di un nuovo genere*; essa soltanto determina o facilita semplicemente l'azione

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 311. e seg.
(**) *Dinamica molecolare* ecc. pag. LXXIII.

della forza chimica, e per conseguenza non vi è nel contatto creazione di alcuna forza ».

Sebbene io non intenda parlare a lungo di questa questione, perocchè interamente sciolta dal Fusinieri, nondimeno voglio citare alcuni fatti di azioni catalitiche. Il deutojoduro di mercurio diviene giallo sotto l'azione del calore, e quando è in questo stato, esso riprende istantaneamente il suo primo colore, se si tocca con un corpo solido, per es. con una bacchetta di vetro. Questo fatto dipende dal venire eccitata l'espansione spontanea del solido mediante gli spigoli e la superficie liscia del vetro; lo stesso si dica del fatto della solidificazione dei liquidi soprasaturati di sali senza ricorrere alla presenza di molecole omogenee esistenti nell'atmosfera; lo stesso dicasi ancora per gli acidi iodidrico, bromidrico, solfidrico, selenidrico, i quali non si possono ottenere con la sola mescolanza dei loro elementi e per la loro unione diretta nè alla temperatura ordinaria, nè sotto l'influenza del calore, mentre poi si combinano in presenza di corpi porosi, pomice, platino... questi fatti hanno la loro spiegazione col principio fusinierano (*). Che se l'acido cloridrico fa eccezione, sebbene appartenga a questa classe di composti, combinandosi i suoi elementi sotto l'influenza della luce e del calore, la ragione di questa differenza sta appunto in ciò, che il cloro è dotato di una maggiore forza di espansione spontanea, siccome risulta dalle esperienze.

Ed ancora un altro esempio che sembrami abbia un forte valore. Il ferro in massa abbisogna di avere la temperatura del calore rosso, perchè possa abbruciare nell'ossigeno; il ferro piroforico non ha tale bisogno. In questo secondo caso si suol dire essere lo *stato poroso* del ferro causa della sua combinazione coll'ossigeno; ma uno *stato* non è la *cosa*, e l'ossigeno si combina col ferro e non con lo *stato poro-*

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 240 e seg.

so. Ora siccome molti fatti catalitici avvengono per la presenza di corpi allo stato poroso, così si dirà essere *lo stato*, che ora fa combinare il ferro con l'ossigeno ed ora no? invece, secondo il metodo sperimentale fusinierano avendo le molecole di ferro sommamente attenuate una maggiore forza di espansione spontanea, da ciò soltanto dipende l'azione chimica.

Un fenomeno che sembrerebbe affine a quelli della forza catalitica, ma che egualmente si potrebbe unire con quelli endosmosici, si è l'assorbimento dei gas nei corpi solidi. Ora Bequerel dice di non conoscerne la causa, ma essere però un fatto importantissimo, « perciocchè si manifesta ogni di nel suolo, e senza l'assorbimento dei gas nella terra ogni vegetazione sarebbe impossibile »; aggiunge poscia che i solidi assorbono certi gas a preferenza di altri; così l'idrogeno più di tutti è assorbito dal legno e dai metalli polverizzati, il gas ammoniaco dalle argille, dagli ossidi di ferro...; sarei troppo ardito se invitassi il celebre fisico a ricercare nello scritto fusinierano (¹) la ragione a lui ignota di questi fatti?

E qui annoto che anche a questi sommi il principio fusinierano si fa talvolta manifesto; infatti, parlando della forza catalitica, Bequerel dice che essa non è elettricità, ma sembra dipendere dalla condensazione dei gas e dallo stato della superficie del solido ». Queste parole in gran parte esprimono il metodo sperimentale di Fusinieri, perchè non accettarne il principio teorico?

Passiamo ora all'endosmosi. Secondo Dutrochet l'endosmosi era sempre dal liquido meno denso al più denso; Coste dice che « l'endo-esosmosi è la spiegazione di un fenomeno intimo di fisiologia, che pone in mano del fisico e del chimico, come strumento di laboratorio, l'istrumento di cui servesi la natura per il mantenimento della vita ». Queste pa-

(¹) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 220 e seg.

role pronunziava Coste in quest'anno nell'elogio di Dutrochet letto all'Accademia di Francia; egli accetta fidatamente il principio enunciato dallo stesso Dutrochet; la causa dell'endo-esosmosi è la permeabilità attiva delle cellule organiche, che basta ai due atti precipui della vita vegetativa, l'esalazione e l'assorbimento; si è per mezzo di queste cellule, che si fa l'appello e la scelta dei vari corpi per le varie funzioni; queste tasche membranose attirano nella loro cavità per endosmosi più massa che non ne rimettono per esosmosi, e ciò serve all'assimilazione; insomma questi tessuti hanno una facoltà di assorbimento.

Si fu nel 1828 che Dutrochet enunciava il suo principio sull'endosmosi: di subito Fusinieri lo combatteva ed oppugnava vittoriosamente (*); io non mi sarei mai aspettato di leggere 40 anni dopo un elogio così enfatico, quale è questo che Coste fa di questa così detta scoperta; mi sembra impossibile il dovermi persuadere che Coste abbia ad ignorare non solo gli studi fatti da Fusinieri, ma persino che tutte le esperienze di endo-esosmosi si ripetono mediante ripari porosi di natura minerale, in cui non si può di certo trovare *una forza vitale, nè l'istrumento destinato dalla natura al mantenimento della vita*. Però posso confortarmi opponendo sommo a sommo, fisiologo a fisiologo, Virchow a Coste.

Il dotto Prussiano ignora esso pure gli studi fusinieriani; ma però non accetta questa nuova proprietà occulta dei tessuti, derivante dalla forza vitale, « invece di essere dipendenti riguardo all'endosmosi dall'attività vitale della membrana, si può essere indipendenti di considerare la creazione organica e l'inorganica. Impossibile di trovarvi uno *spiritus rector*, uno spirito di vita, d'acqua, di fuoco. Ovunque vi sono azioni meccaniche, che si compiono continuamente con la necessità di causa e di effetto. Il piano

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 212 e seg.

è nel corpo, l'ideale è nel reale, la forza nella materia. Non si possono separare che mediante l'immaginazione; in realtà le due cose sono riunite, affatto inseparabili. L'opposizione fra la forza e la materia dispare affatto, il piano e l'esecuzione si confondono, s'identificano, e colui che dimanda chi sia l'autore del piano deve nello stesso tempo cercare a conoscere l'autore della materia ».

Dall'endosmosi alla dialisi è facile il passaggio; l'inventore della dialisi attribuisce una qualità occulta, un'attività alla carta pergamena, ch'egli considera come un colloide incapace di essere attraversato da altri colloidi, ma facilmente permeabile ai cristalloidi. In altre parole, la teoria della dialisi data da Graham è che la carta incollata, non avendo la proprietà di filtrare, ritiene la soluzione acquea di zucchero e gomma al 5 %. L'acqua contenuta nella gelatina non può servire di mezzo diffusivo, perchè essa forma coll'amido un idrato solido ed indissolubile. Ora il zucchero, come tutti i cristalloidi, ha il potere di assorbire molecola per molecola l'acqua combinata nei colloidi idratati, come l'amido: esso si prepara così un mezzo diffusivo ed attraversa il diaframma, mentre che la gomma come colloide non ha che una debole affinità per l'acqua, è incapace di decomporre l'idrato di amido e non può aprirsi un passaggio per la diffusione.

Anche qui risulta evidente che la dialisi non è altro che una sperienza di endosmosi (*), dipendente dallo stesso principio fisico che questa regge ed esplica. Infatti sappiamo che la dialisi si fa, e talvolta anche riesce meglio, usando i vasi porosi cilindrici delle pile voltaiche, e più ancora con dei vasi porosi piatti: perciò nella dialisi i vasi porosi e la pergamena vegetale funzionano come una specie di setaccio, attraverso cui passano più facilmente le molecole le più tenui, essendocchè i colloidi in generale, ed anche i

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. XLIX e seg.

meno diffusibili fra i cristalloidi, hanno in generale un equivalente più alto, un volume atomico considerevole; perciò sono dotate di una forza minore di espansione spontanea. Il contrario avviene per i cristalloidi, ed appunto i meno diffusibili fra essi sono quelli che corrispondono ai più gran volume atomico. (*)

VIII.

Il calore che esce nelle combinazioni dei corpi è forse il flogisto di Stahl? il calore è un corpo, o solo un movimento? ecco la questione. Invero oggidì una grande quantità di fisici scrivono sulla teoria dinamica del calore: ma ben pochi, esponendo i fatti, vi riflettono sopra usando il necessario criterio logico, senza il quale la scienza sperimentale è affatto inutile. A mio credere il *calorico nativo* di Fusinieri conviene assai come principio e criterio logico alle moderne teorie sul calorico.

Si va dicendo essere il calore incorporeo: imperocchè un corpo può avere vari stati, ma non può perdere la sua esistenza nello stesso modo che noi non possiamo creare un nuovo corpo: ora se noi possiamo creare il calore, segno è ch'esso non è un corpo. A ciò si risponde che il moto, il quale si cambia in altri moti, è come un corpo che cambia stato: quindi non è vero che il calore sia creato nel cambiamento di stato dei corpi. La ragione poi che si dà, ossia che nell'attrito, per es. agitando l'acqua, si ottiene del calore e non si ha un cambiamento di stato, per cui parte del calorico latente è divenuto libero e come tale è veramente l'effetto dell'attrito, serve anzi a negare questa incorporeità del calore. Tyndall dimostrò che i tre stati dei corpi si spiegano bene con la varia possibilità dei movimenti. Inoltre, si è ammesso che non si può separare forza da corpo, attivi-

(*) Vedi la nota *D*.

tà da sostanza? dunque, anche considerando il calore come una forza ed un moto, avviene che se il moto si cambia, non però si muta la cosa che si muove, e quindi nel moto calorifico non possiamo prescindere dalla cosa calda.

D'altra parte Clausius suppone che i raggi solari siano la causa della decomposizione dell'acido carbonico nella respirazione de' vegetali: ed in genere ammette che il calorico si opponga come un vero principio attivo a che i corpi obbedendo alle loro forze proprie, non raggiungano l'equilibrio, che farebbe della terra una massa senza vita e mutamenti. Ora ciò non è, se il calore è un corpo, una sostanza; è, se è un semplice movimento.

Osserviamo subito che con questa nuova teoria Clausius si oppone alla forza d'espansione intrinseca, e ve ne sostituisce un'altra estrinseca, proveniente dal sole; ora come mai essa esiste nell'astro diurno? importerebbe che il sole non fosse un corpo, altrimenti sarà sempre vero che il suo calore è un movimento di espansione, che si determina nell'interno della sua massa. Però il moto calorifico, secondo Clausius, ha una qualità importante, per cui mezzo si identifica col *calorico nativo* di Fusinieri; esso è progressivo e non oscillatorio. Gli si obbiettò da Jochman, che allora due gas qualunque, messi insieme, si mischierebbero rapidamente, il che non avviene; e che, se le molecole sono animate da un moto di progressione, se dalla velocità di questo moto dipende la temperatura dei gas, non si può dare ragione delle differenze osservate nella temperatura di una massa gasosa. Ma Clausius rispose che la conducibilità dipende dalla temperatura del gas e che questa cresce con la temperatura nello stesso rapporto che la velocità del suono, e che il potere conduttore è più grande nei gas più leggieri che nei più densi, e fra certi limiti la conducibilità è indipendente dalla pressione, a cui il gas è sottoposto.

Le due teorie antiche del calore cedono ora il campo alla nuova teoria dinamica; incominciano impertanto da questa. La connessione dell'agente calorifico con tutte le altre energie e forze della natura è tale che, quando si è ben determinata, si domina tutto il resto. Infatti il calore produce la forza meccanica, e questa il calore: bisogna dunque che alcune qualità comuni uniscano questo agente alle forme ordinarie del potere meccanico.

Quando il calore serve a vincere la resistenza delle forze molecolari, a produrre un lavoro interno vi è scomparsa di calore: quando l'effetto meccanico interno cambia direzione vi è sviluppo di calore là, ove era dapprima scomparso; se una forza esterna vince la resistenza molecolare di un corpo, questo deve produrre del calore. Di più la stessa quantità di calore scomparso corrisponde sempre alla stessa quantità di lavoro: perciò il calore che bisogna dare ad un chilogrammo d'acqua per elevarlo da 0° ad 1° corrisponde al lavoro di circa 425 chilogrammi alzati ad un metro di altezza. La più semplice esperienza per dimostrare questi principj è quella fatta con una bacchetta d'acciaio, che giri alquanto inclinata sul tornio, cosicchè diventi ora concava ora convessa: essa si infuoca e fonde nel suo mezzo.

Dunque, quando il calore sparisce, nasce il moto e reciprocamente; ovunque l'attrito è vinto, vi è il calore prodotto e questo è la misura della forza impiegata per vincerlo: perciò il calore è solamente la forza antecedente sotto di un'altra forma, e per evitare questa trasformazione bisognerebbe annullare l'attrito. Per es. conoscendo il peso della terra e la velocità con cui si muove nello spazio, il calcolo ci dà la quantità esatta del calore che nascerebbe se la terra si fermasse all'improvviso. Mayer ed Helmholtz hanno trovato che la terra non solo si fonderebbe, ma che in massima parte sarebbe convertita in vapore, avvenendo la fusione de'suoi elementi solidi; e se

dopo l'estinzione del suo moto la terra cadesse sul sole, il calore proveniente da questo nuovo urto sarebbe eguale a quello sviluppato dalla combustione di 1600 globi di carbon fossile eguali in volume alla terra. Si deve perciò all'urto delle molecole dell'ossigeno e degli elementi delle nostre fiamme la luce ed il calore loro, sebbene la velocità arrestata in codesti urti sia minima come che acquistata in piccolissimi spazi percorsi da quelli elementi. Così il moto del martello cessa incontrando la campana, non però cessa la forza che fa nascere il suono; cessa pure il moto del martello sulla lamina di piombo, ma la forza che produceva quel moto non è distrutta, invece si trasmette alle molecole del piombo e si manifesta al tatto sotto forma di calore. In questa teoria meccanica stata così bene dimostrata da Tyndall, Grove, Mayer . . . . il calore è moto e cosa insieme, teoria già dapprima sostenuta da Bacone, Locke, Davy. . . .

Per altra ipotesi l'origine del calore è un moto oscillatorio delle ultime particelle dei corpi, moto comunicato all'etere e diffuso dalle sue onde. Ma le particelle eteree non oscillano nello stesso modo che le particelle aeree nel suono: e qui è necessario che si abbia presente alla mente la ragione, per cui un medesimo corpo suona o soltanto propaga il suono. Questa è, che il suono è un movimento molecolare di vibrazione senza la concomitanza del moto di traslazione; invece l'onda sonora è un moto di traslazione e di oscillazione: spesso per eccitare il suono si ha uopo di produrre prima nel corpo un moto di traslazione, il quale alla sua volta genera nelle particelle della massa un movimento di vibrazione: così succede nelle corde sonore, nelle lastre vibranti . . .
Ciò premesso, le particelle dell'aria si muovono avanti ed indietro nel senso, in cui il suono si propaga; quelle eteree da destra a sinistra, normali alla linea secondo cui il calore si diffonde; perciò le ondulazioni dell'aria sono longitudinali, quelle eteree

sono traversali. Il raggiamento è la comunicazione del moto calorifico delle particelle corporee all'etere, nel quale queste particelle sono immerse. Dopo Melloni l'etere calorifico è analogo all'etere luminoso, esso riempie gli spazi stellari e circonda le ultime parti dei corpi solidi e liquidi I corpi sono trasparenti e diatermici, quando l'onde eteree si fanno entro di essi così liberamente che la luce ed il calore passino attraverso loro senza muovere le loro particelle; e così nei corpi trasparenti colorati e nei corpi diatermici termocroici sono arrestate soltanto alcune sorta di onde.

È troppo conosciuta l'ipotesi dell'emissione sia calorifica che luminosa, perchè io la ricordi: piaciavi però di sentire una nuova ipotesi stata enunciata da poco. Alfredo Chardon, per ispiegare in qual modo nelle combinazioni chimiche si sviluppi il calore, per la qual cosa il composto è più freddo dei componenti, fa uscire l'etere dei corpi, a guisa dell'antico flogisto; quest'etere corrisponde al così detto calorico latente; perdendo l'etere i corpi si combinano, restringono e solidificano. Ma invece di un etere che sorte, quanto più facilmente il calorico nativo spiega questo e consimili fenomeni! Però non nascondo che un'argomento contro la teoria meccanica è l'emissione calorifica raggiante; ma ciò dipende, perchè i corpi caldi non perdono del loro peso, ed anzi talvolta lo accrescono per l'avvenuta ossidazione Quindi il calore non è una modificazione dei corpi, ma è l'etere stesso messo in movimento, secondo si esprime il citato Chardon; poichè l'errore sta nell'attribuire ai corpi le proprietà dell'etere che ne è inseparabile. Infatti, se il calore è un moto arrestato, perchè battendo una sfera di ferro si ottiene più sviluppo di calore che battendo una sfera di sughero, la quale è meno fredda? ciò avviene, essendo che è necessaria la elasticità e la coesione per mettere l'etere in uno dato stato vibrante. Così nelle combinazioni chimiche i corpi si compenetrano e scacciano

via l'etere che addiviene l'elettricità, luce, calore; il contrario avviene nell'evaporazione, e la riduzione di un ossido è una vera evaporazione d'ossigeno. Similmente la dissociazione non si spiega colla teoria meccanica; imperocchè si sforzano dicendo che in questo caso vi è un'eccesso di forza viva; ma ciò nulla porge di chiaro alla mente, è una spiegazione di sole parole per l'orecchio.

Una nuova spiegazione di alcuni fenomeni determinati del calore è stata data da H. Saint-Claire-Deville, il quale ha chiamato *dissociazione* l'azione del calore nei fenomeni di decomposizione. Quando due corpi si combinano, avvi uno sviluppo di calore: questo avendo evidentemente un origine, i due corpi lo contenevano o si credeva che l'avessero, e siccome non lo indicano al termometro, così fu chiamato *calorico latente*. Lavoisier aveva già enunciato di credere che l'ossigeno fosse combinato con un radicale corporeo, il calorico, sebbene non ancora pesato; perciò l'ossigeno non era un corpo semplice, così l'idrogeno . . . , e, quando questi elementi si combinano, il calorico si separa tutto o in parte. Ora si può credere che il calorico latente dei due gas sia quello, che è latente nel vapore da essi formato; poichè se il miscuglio dei due gas, ossigeno ed idrogeno, è diverso dal vapore acqueo, ciò avviene non contenendo più questo vapore il calore sviluppatosi nella combinazione; giacchè allora vi ebbe cambiamento di stato; il quale cambiamento di stato è noto per il carattere di costanza nella temperatura; cosicchè, quando si brucia l'idrogeno nell'ossigeno, si ha produzione di acqua e cambiamento di stato; quindi la temperatura resta fissa ed essa è di 2500° ed il vapore ha un volume decuplo che a 0°. Pure si può dire che questo cambiamento di stato sia la conseguenza della libertà che acquista il calore abbandonato dai due gas, mentre che insieme si sono chimicamente combinati.

Impertanto essi si combinano a 2500°; se dunque

noi supponiamo che si porti il vapore acqueo a questa temperatura, esso si troverà sotto l'influenza delle condizioni, in cui si è formato, ed ogni calore aggiuntovi diverrà latente ed opererà, unendosi ai due gas secondo il pensiero di Lavoisier, la loro separazione, restituendo quello che loro era stato tolto. Ma il volume dei gas contenuti in un certo volume d'acqua è considerevole, e la formazione dei gas sarà accompagnata da un grande assorbimento di calore latente; da questo risulterà che la temperatura non passerà i 2500°.

Un fenomeno analogo avviene nell'ebollizione dell'acqua che a pressione eguale conserva la temperatura di 100° qualsiasi l'intensità del focolare. Ciò posto, l'acqua non dovrebbe essere decomposta a meno di 2500°. Invece, se si fa passare entro un tubo di porcellana con argento fuso il vapore acqueo, questo si decompone a 1000°. Ora sebbene all'altra estremità non si raccolga che il solo idrogeno, non deve credersi avvenire siffatta decomposizione perchè abbia avuto luogo un fenomeno di affinità chimica; poichè l'ossigeno liberato per mezzo del fenomeno di dissociazione è stato assorbito sia dall'argento che dalla porcellana; infatti, se si fosse fatto dell'ossido d'argento, si sa non essere questo permanente a quella temperatura. Così pure se si versa del platino fuso nell'acqua, si ottiene un gas infiammabile, cioè l'acqua è decomposta; ma il punto di fusione del platino è di 2000°, e l'acqua non si dissocia che a 2500°; parimenti l'acido carbonico si decompone ad una temperatura inferiore a quella, in cui si combinano i suoi elementi. S. Cl. Deville paragona questi fatti con quelli dell'ebollizione dell'acqua, e con quelli della sua evaporazione ad una temperatura inferiore al suo punto d'ebollizione; cosicchè la decomposizione a 2500° è in tutto simile al fenomeno dell'ebollizione, e la combinazione degli elementi formanti l'acqua presenta tutti i caratteri della condensazione dei vapori; sono

comparabili, ma non sono identici. La decomposizione poi a temperatura inferiore ai 2800° è simile all'evaporazione dei corpi volatili disotto il loro punto di ebollizione, e si definisce la tensione della dissociazione nello stesso modo che la tensione dei vapori. Da tutto ciò risulta ad evidenza che secondo S. Cl. Deville un corpo può avere più o meno calorico latente, da cui le sue proprietà più o meno energiche e di qui pure le sue proprietà geometriche, il polimorfismo.

Di grazia, la critica accetterà per esatte tutte queste deduzioni fatte da Deville? io non lo credo: ora la dissociazione è una delle più facili conseguenze del principio fusinierano.

Ma si è specialmente nel fenomeno della combustione, che spicca l'importanza di questo principio. Troost, facendo l'esperienza della combustione lenta dell'idrogeno, che arriva in un miscuglio d'ossigeno e di un gas inerte, entro cui le fiamme serpeggiano, e quella di un miscuglio di ossigeno ed idrogeno acceso dall'alto ed in riposo, cosicchè non abbia luogo la detonazione, esclama « che nulla vi è di più curioso di questi fenomeni e nulla ancora di più inesplicabile nello stato attuale della scienza. » Ed invero così è per chi non conosce la *dinamica molecolare* di Fusinieri; ma per il fisico ammaestrato alla scuola sperimentale di lui nulla di più agevole che il darsi una perfetta e chiara ragione dei fenomeni accennati da Troost, dipendendo essi dall'azione della forza di espansione nelle lamine sottili (*). Lo stesso dicasi riguardo ad alcuni fenomeni generali della combustione accennati da A. Boillot all'Accademia di Francia il 7 Maggio p. p. Egli definisce la combustione consistere in genere nella combinazione dei corpi con sviluppo di calore spesso accompagnato da luce, e dimostra che non si deve più fare un'assoluta dif-

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 240 e seg.

ferenza fra i corpi comburenti ed i combustibili; imperocchè tanto l'idrogeno abbruccia nell'ossigeno, come l'ossigeno abbruccia nell'idrogeno, così il cloro. . . . Poichè l'ossigeno non solo è comburente, ma anche combustibile, essendo la sua fiamma entro l'idrogeno di un colore rosso-purpureo, e se la corrente dell'ossigeno sia debole allora il suo colore è un rosso azzurro. Tralascio di citare molte altre simili esperienze su altri corpi semplici e composti.

Dappoichè non ci dobbiamo meravigliare molto di questi nuovi fenomeni; già la chimica riguardo ai corpi semplici ha rinunziato a distinguerli in metalloidi e metalli, in elettronegativi ed elettropositivi: però finora la base della distinzione si manteneva ferma, perchè l'ossigeno era sempre rimasto l'elemento elettronegativo, il massimo comburente, e l'idrogeno il massimo combustibile, l'elemento elettropositivo per eccellenza, il metallo gasoso, siccome veniva chiamato. Ciò non ostante io credo che non si accetterà per ora l'opinione di Boillot, e nel comune intendimento l'ossigeno non sarà tenuto per un corpo combustibile; sebbene la comburenza dell'idrogeno possa più facilmente accettarsi, non sapendo i chimici se meglio debba dirsi per. es. carburo d'idrogeno ovvero idruro di carbonio. Comunque sia, mantenendo all'ossigeno il suo primato, non è punto difficile secondo le esperienze fusinierane di trovare una ragione dei fatti sperimentati da Boillot. Imperocchè, siccome non avvi combinazione chimica, se prima non ha preceduto l'azione espansiva dei due componenti, ossia l'attenuazione delle loro parti per mezzo delle lamine sottili, siccome quel corpo che meccanicamente è più atto ad espandersi è quello che più irruisce (*), così avviene il medesimo fenomeno in ambe i modi, in cui fu stabilita l'esperienza da Boillot: però, se è l'ossigeno che irruisce in una massa d'idrogeno,

(*) *Dinamica molecolare* ecc. pag. 148 e seg.

allora la fiamma ha un altro colore, che proviene dal calore acquistato per causa della stessa espansione spontanea dell'ossigeno, e comunicato alle molecole attigue che non sono ancora entrate in combinazione chimica con l'idrogeno. Infatti, se il getto dell'ossigeno è forte e copioso, la luce è rosso-purpurea, indicando che il colore è tutto proprio dell'ossigeno infiammato: ma se il getto è meno forte e se le sue lamine sottili più agevolmente si framischiano a quelle dell'idrogeno, allora il colore è un miscuglio dei colori propri dei due gas, che formano con pari attività le lamine sottili ed irruiscono fra loro in copia eguale e con pari velocità di espansione.

IX.

Da quanto sono venuto discorrendo sinora risulta assai evidente a mio credere, essere il principio fusinierano adatto alla coordinazione di molti fenomeni fisici con una causa iniziale, determinatrice dei medesimi. Che se ciò appare per molti fenomeni, e fra questi ne abbiamo esaminati alcuni, che sono i più importanti per la scienza ed i più intricati, perchè non avverrà il medesimo per tutti? io spero che un giorno, non so se fra qualche lustro o qualche secolo, ciò sarà manifesto.

Impertanto intraprendiamo, o Signori, con animo alacre e volonteroso lo studio della fisica sperimentale; imperocchè, si è dopo di averlo compiuto che voi potrete giudicare le idee esposte in questa Prelezione. A tale fine non vi dispiaccia che io vi animi allo studio e vi ricordi che soltanto quel Giovane trae profitto dallo studio, il quale vi attende ben persuaso, che conviene studiare non per forza di dovere, ma per amore di scienza, secondo l'antico adagio — conosciti te stesso.

E voi potete determinare la vostra volontà a questo studio; la mente giovanile ha pari energia alla

mente virile. Alla chiamata della Patria per combattere contro il suo secolare nemico non siete voi accorsi in grande numero, non disprezzaste i pericoli, i disagi? quale abnegazione non mostraste con accettare la severa disciplina delle armi? Voi foste capaci di tanto; ed ora qui io vi riveggo soddisfatti di voi stessi, più floridi in salute fisica, e già dimentichi delle tollerate fatiche.

Or bene; la Patria nostra di nuovo oggi vi chiama; e Voi di certo ascolterete la sua voce, e vi raccoglierete sotto la sua bandiera pronti nuovamente ad ogni sacrificio, confortati dalla consueta vostra energia. Però, se mesi sono le occorreva il vostro braccio per riacquistare la sua indipendenza, in oggi essa abbisogna della vostra mente per riconquistare lo scettro della scienza, che ella ebbe in altri secoli, quando dalla umana società era salutata Maestra e Tutrice di Civiltà.

NOTE

A. *Debbo rettificare quanto si legge nella* Dinamica molecolare ecc. *a pag. XXXV. Ivi ho invertito l' espressione di Grove, dicendo che* l'affinità chimica è un'azione elettrica esercitata in distanza. *Però questo sbaglio avvenutomi non ha altra conseguenza colà dove si legge in fuori di ammettere un falso supposto.*

B. *Io sono ancora debitore di risposta ad una lettera del Prof. Zantedeschi in data 19 Giugno 1865 e pubblicata nel Giornale Scientifico-Agrario di Perugia alcuni mesi dopo. In cotesta lettera, scritta con molta acrimonia, il prof. Zantedeschi reclama contro alcune frasi, con cui io asseriva essere piena proprietà di Fusinieri sia la teoria della rugiada e della brina, sia la scoperta della forza di espansione spontanea nei corpi attenuati. Io aveva in esame alcuni opuscoli di Zantedeschi, e naturalmente parlai di ciò che vi si conteneva, di esperienze citate in quelli e non di altri fatti sperimentali che il prof. Zantedeschi potesse avere osservati e descritti altrove.*

Riguardo alla questione sull'origine della rugiada, essendo giustizia di conservare a Fusinieri l'iniziativa sperimentale, non diedi grande valore alle nuove

esperienze fatte dal prof. Zantedeschi. Io citava l'adagio facile addere inventis, *appunto perchè una più estesa dimostrazione sperimentale di un principio non può togliere il merito dell'iniziativa e della scoperta a colui, che per il primo pensò e dimostrò sperimentalmente il detto principio.*

Avendo io promesso di fare seguire il volume della Dinamica molecolare secondo Fusinieri e Reinchenbach *da un altro volume, in cui pubblicherò quanto fu fatto da Fusinieri riguardo la questione sull'origine della rugiada, io credo bene rimettere a quell'epoca l'esame dei reclami avuti, giacchè il prof. Zantedeschi richiede » non parole, non deduzioni, ma fatti deserttti testualmente da Ambrogio Fusinieri. »*

Per quanto poi riguarda l'essere o no Fusinieri il vero scopritore della forza di espansione spontanea, la migliore risposta che io poteva dare al prof. Zantedeschi, che nega al fisico Vicentino un tale diritto, si era di avere appunto pubblicata la Dinamica molecolare. *Ciò non ostante, avendo potuto avere finalmente gli scritti di Felice Fontana per ricopiare testualmente quanto mi ricordava esservi per lettura fattane molti anni sono, riprendo la questione.*

Imperciocchè, parlando di Felice Fontana e di Fusinieri, io scrissi » fra l'una e l'altra (opinione) corre un abisso; la forza espansiva del Fusinieri non è quella del Fontana; la prima è l'attività atomistica, materiale, semplice; la seconda è una forza molecolare, e perciò composta; la prima da origine alle due forze molecolari, la repulsione e l'attrazione, la seconda è da sè ed ha per antagonista la gravità, e perciò non è altro che la repulsione molecolare: di qui l'immenso divario fra le due forze sebbene omonime. » Ora il prof. Zantedeschi così mi risponde: » *Amerei che mi venisse dimostrato che fra le dottrine di Felice Fontana e del Fusinieri* corre un abisso; *l'uno e l'altro trattano di forze molecolari inerenti alla materia. Bisogna leggere attentamente gli*

opuscoli di Felice Fontana per riconoscere che la forza espansiva di Felice Fontana in nulla *differisce sostanzialmente da quella del Fusinieri.* » *E più sotto parlando anche del Guglielmini, di S. Martino ecc, di cui io non mi era occupato, perchè valgono quanto il Fontana, il Zantedeschi soggiunge* » *bisogna leggere e meditare le stampe originali di questi fisici per portarne un retto giudizio.* » *Io intanto mantengo pienamente il mio asserto; nelle* Memorie della Società Italiana, *Tomo I. Verona 1782 a pagine 89, 90 e 91 si leggono i seguenti principj dettati da Felice Fontana.*

» I. *Qualunque particella di materia tende ad accostarsi a qualunque altra per il principio d'attrazione, e da questa forza risultano i corpi solidi.* II. *Se vi sono dei corpi fluidi non vi possono essere che per un'altro principio, o forza opposta alla prima, che li rende tali, onde se la prima forza tende ad accostare le particelle della materia, l'altra deve necessariamente allontanarle.* V. *Tutti i corpi solidi diventano fluidi nel caldo . . . , onde la materia del calore, qualunque ella sia, e comunque si possa trovare modificata nelle diverse circostanze dei diversi corpi, è il secondo principio attivo che regna nella natura, e sarà chiamato Forza espansiva, perchè tende ad allontanare da sè le parti componenti dei corpi.* VI. *I fluidi anche i più pesanti, tolte e scemate le resistenze esterne, si dissipano in un momento, come si vede in una goccia di acqua, e fin di mercurio messe nel vuoto. Dunque la forza espansiva che è in essi, è in una continua azione, o niso, ed è maggiore della forza d'attrazione, che tenderebbe a consolidarli.* X. *Questa forza espansiva comune ai fluidi ed ai solidi può essere una delle principali e primitive cagioni delle ordinarie evaporazioni, e produrre anche le evaporazioni dei corpi solidi, staccando e sollevande le impercettibili molecole di essi, giacchè una molecola quasi isolata può considerarsi benissimo come dominata dalla forza espansiva.* XI. *In questa maniera si vede che nei fluidi*

si debbono considerare due forze, l'una di gravità, l'altra di espansione: e da questi due principj bisogna partire per rendere ragione delle qualità o leggi che si osservano in essi. »

Lascio ora ai fisici il giudicare fra il Zantedeschi e me. In ogni caso, anche prima di Felice Fontana i fenomeni delle lamine sottili, erano stati osservati da Prévost e da Draparnaud: ma che valgono poche esperienze spiegate col mezzo di cause occulte od ipotetiche, come p. e. l'attrazione di superficie ideata da Carradori (*Memorie della Società ecc. tomo XV. pag. 136.*), *paragonate con la stupenda serie di esperienze, di deduzioni logiche, e di scoperte che formano la stabile base, sopra cui è fondato il principio fusinierano?*

C. *L'esistenza di un mezzo etereo, che riempie lo spazio, è stata difesa ultimamente da Balfour Stewart. — Fra gli altri consueti argomenti recati dal dotto Inglese, ve n'ha uno che mi ha colpito. Eccolo. I difensori della teoria dell'emissione considerano così piccole le molecole p. e. della luce da non tenere conto del loro momento, cioè dell'urto che un corpo è capace di dare, ben distinto dall'energia ch'esso possiede. Ora questo momento non è poi così minimo, come lo si dice, poichè esso è determinabile per mezzo del principio della conservazione delle forze. Dunque è impossibile di credere ad ambedue le teorie: perciò i difensori della teoria dell'emissione debbono rigettare quella della conservazione della forza; ma questa ormai è accettata da tutti, dunque ecc.*

Siccome Stewart distingue il momento dall'energia recando l'esempio che una palla urtante contro il pendolo balistico muove lo stesso di un moto eguale a quello impresso al fucile, da cui è uscita, e che inoltre scalda altresì il pendolo, il quale calore rappresenta l'energia della palla: e siccome in meccanica razionale si distinguono varie sorta di momento, si vede che qui si tratta non del momento di massa, ossia dinamico, ma del momento d'inerzia, ossia statico.

« *Ora, dice Stewart, è ben difficile di concepire che queste particelle, le quali si muovono con una enorme velocità, non debbano recare al nostro occhio un urto tremendo per causa del loro momento ... E siccome millioni e millioni di molecole luminose debbono entrare nell'occhio in un dato istante, noi saremo già ridotti in briccioli.* »

A me sembra che tutta la forza della questione stia nella separazione posta fra l'azione del momento, e l'azione dell'energia: e mentre per questa si ammette il principio della correlazione delle forze, non si ammette questo poi per quella. Quindi tutto il raziocinio di Stewart parte da un principio supposto, o da un sofisma. È un principio supposto la distinzione dei due effetti, poichè il calore sviluppato nel pendolo non rappresenta solo l'energia, ma anche può rappresentare lo stesso momento; infatti, quando il pendolo è tenuto fermo, sicchè l'urto della palla non possa determinarvi un moto meccanico, il calore prodottovi è in maggiore quantità. Il sofisma poi sta in ciò che si viene a dire così; nelle molecole emesse avvi il momento, ora la teoria della conservazione della forza vuole che questo momento abbia il suo effetto, dunque le molecole luminose debbono urtare, e chi ne ja quest'urto nega la conservazione della forza. Imperocchè la forza si conserva appunto perchè è correlativa: dunque non è necessario che l'effetto del momento sia un urto che produca un moto di traslazione soltanto: potendo convertirsi in calore ecc.

D. *Finalmente Graham ha cominciato a modificare il suo principio, avvicinandosi alle teorie fusinierane. Egli, osservando la dialisi dei gas attraverso di un diaframma colloide ammette ora che l'assorbimento e la separazione dialitica dei gas dipenda dalla loro potenza di liquefazione; così attraverso un diaframma di caoutchouc l'ossigeno passa rapidamente, mentre che l'azoto vi resta quasi arrestato del tutto. Egli suppone ancora che nella penetrazione dell'idrogeno*

entro tubi di ferro e di platino, questo gas si trovi essere liquefatto come un vapore di un corpo metallico, e così l'acciajo sia il risultato della penetrazione e della fissazione nella massa ferrea di una certa quantità d'ossido di carbonio reso liquido. Questi nuovi studi di Graham furono presentati all'Accademia di Francia nello scorso Ottobre.